

Electric transport logistic vehicle technology and its application

Results of the IA-HEV Task 27 “Electrification of transport logistic vehicles”
1st Workshop held in Stuttgart, March 19th, 2015

suggested citation format:

Kleiner, F. and Beermann, M. (Editors), 2015. Electric transport logistic vehicle technology and its application. Results of the IA-HEV Task 27 “Electrification of transport logistic vehicles” 1st Workshop held in Stuttgart, March 19th, 2015

IA-HEV Task Force 27

Electrification of transport logistic vehicles



1st Workshop: "Electric transport logistic vehicle technology and its application"

10:00 – 16:00 CET, March 19th, 2015

at the German Aerospace Center (DLR), Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart, Germany

Welcome and statements

10:00 - 10:10 Welcome

10:10 - 10:20 Statement of Task Partner, Bob Moran, Office for Low Emission Vehicles, United Kingdom

10:20 - 10:30 Statement of Task Partner, Eric Beers, Hytruck, The Netherlands

Session 1: R&D for electrified transport logistics vehicles

10:30 - 11:00 Latest developments of battery systems, Felix von Borck, Akasol, Germany

11:00 - 11:30 Latest developments of fuel cell systems, Sebastian Wider, Ballard representative, Germany

11:30 - 11:45 *Coffee break*

Session 2: Possible fields of application for electrified transport logistics vehicles

11:45 - 12:15 Real world data from electric UPS vehicles and their implications for transport logistic vehicles, Dr. Sebastian Stütz, Fraunhofer IML, Germany

12:15 - 12:45 Electric heavy duty vehicle for urban environment - Case study Mannheim, Prof. Bernecker, Heilbronn University, Germany

12:45 - 13:30 *Lunch break*

Session 3: Workshop

13:30 - 13:45 Introduction

13:45 - 15:15 Hurdles of implementation

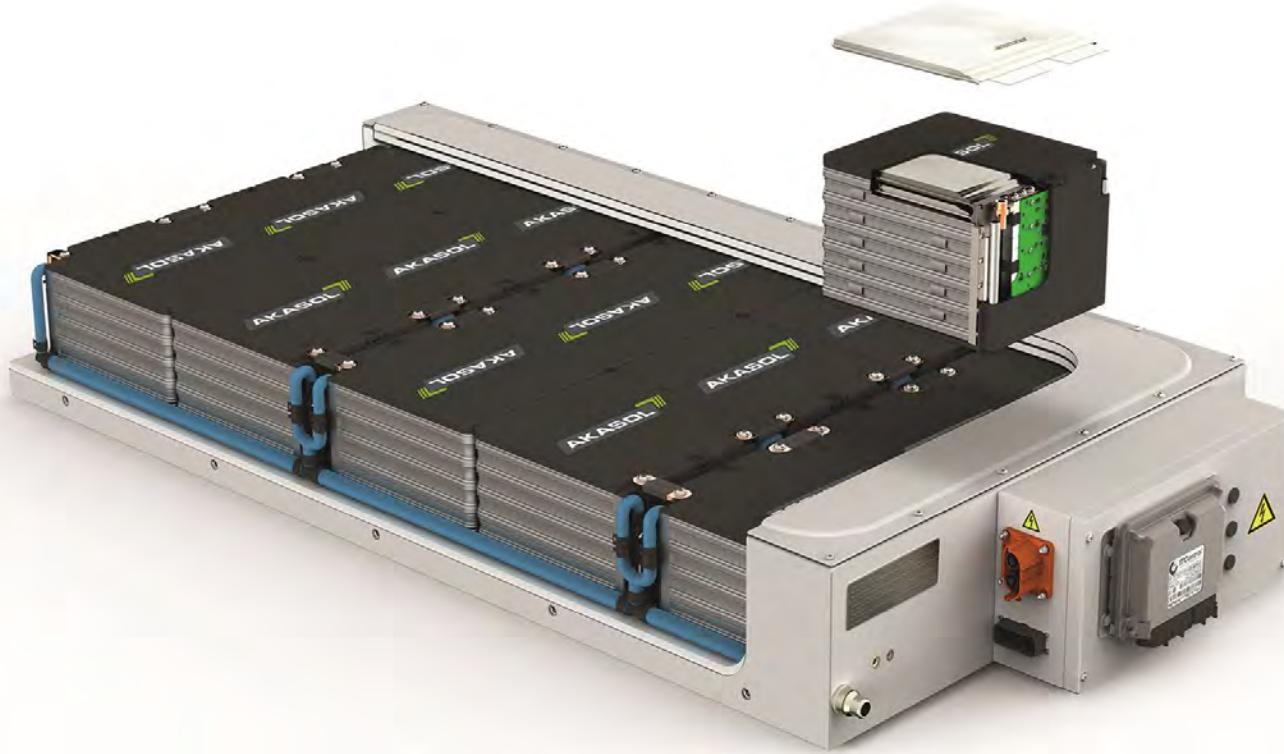
15:15 - 15:30 *Coffee break*

15:30 - 15:45 Summary of the day

Excursion

15:45 - 17:45 Stuttgart Airport (efleet project)

End of Workshop



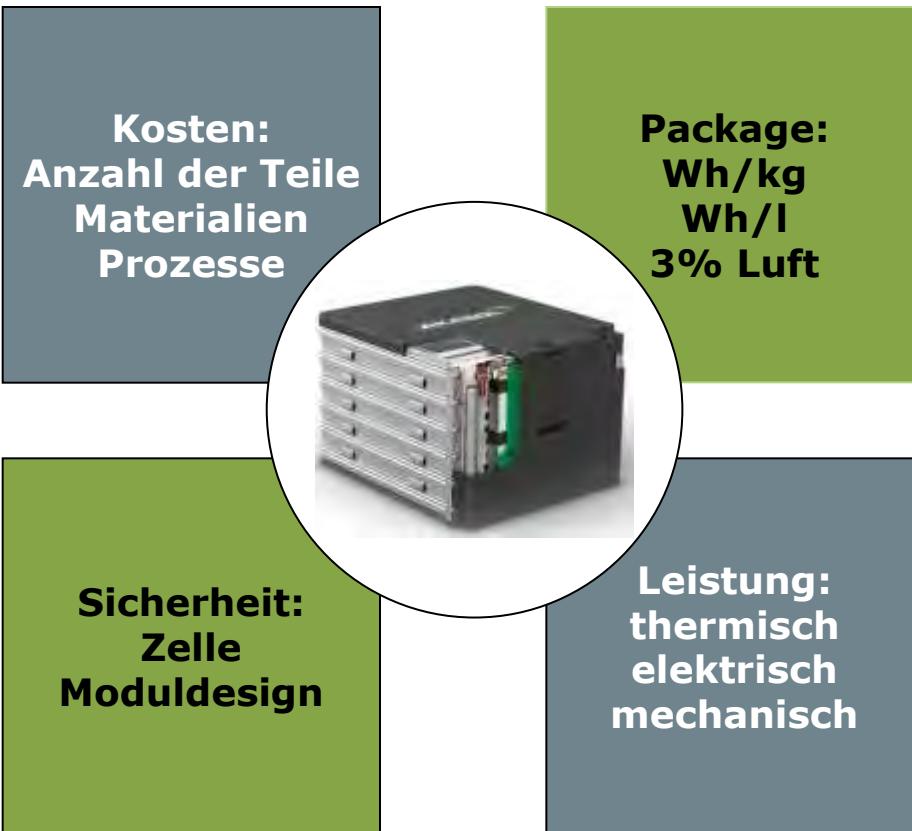
AUTOMATISIERTE PRODUKTION VON BATTERIESYSTEMEN FÜR ELEKTROBUSSE IN DEUTSCHLAND EIN ERFAHRUNGSBERICHT

AGENDA

- 1 Robuste Produktgestaltung
- 2 Wirtschaftliches Design
- 3 Produktionsgerechtes Design
- 4 Wirtschaftliche Automatisierung
- 5 Beispiel von Batteriesystemen für Elektrobusse
- 6 Zusammenfassung Produktion
- 7 Offene Fragen auf dem Weg zum Markt der Zukunft
- 8 Schlussbemerkung



ROBUSTE PRODUKTGESTALTUNG ANFORDERUNGEN



ROBUSTE PRODUKTGESTALTUNG BEISPIEL BATTERIEMODUL



- 1 Kühlmittelauslass
- 2 Minuspol
- 3 BMS CAN Verbindung
- 4 Pluspol
- 5 Kühlmitteleinlass
- 6 Robustes Gehäuse

ROBUSTE PRODUKTGESTALTUNG NACHWEISE

Batteriemodule werden zusätzlich zum UN Transporttest folgenden Untersuchungen unterzogen:

- Anwendungsspezifische Vibrationsprofile
- Anwendungsspezifische Crash-Tests



WIRTSCHAFTLICHES DESIGN ZIELE

- Reduktion der Anzahl der notwendigen Bauteile und Komponenten
- Funktionsintegration entwickeln
- Verwendung kostengünstiger Materialien
- Nutzung wirtschaftlicher Füge- und Montagetechnologien
- Verwendung von Gleichteilen



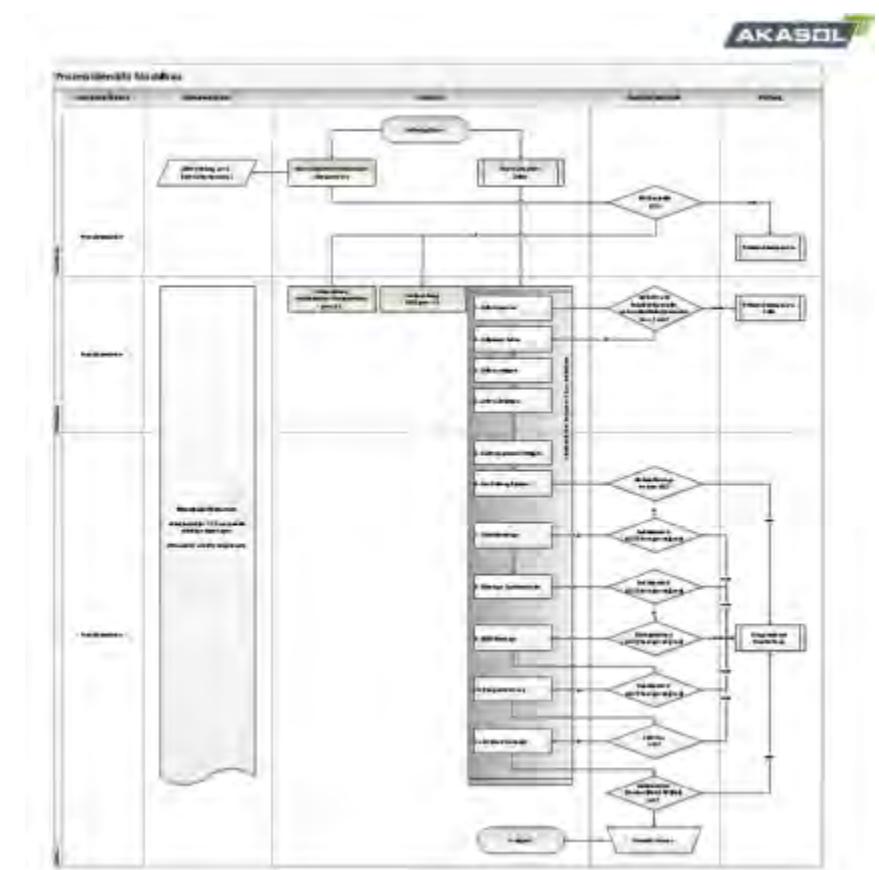
PRODUKTIONSGERECHTES DESIGN ANFORDERUNGEN

- Automatisierbare Prozesse verwenden
- Bauteile für die Automatisierung gestalten
- Zusammenlegung von Verarbeitungsschritten zur Reduzierung des Handlingaufwandes
- Geringer Flächenbedarf durch kompakte Anordnung der Stationen
- Automatisch mess- und überwachbare Qualitätsprüfungen



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG LASTENHEFT MODULMONTAGE

- Entwicklung und Herstellung einer automatisierten Montagezelle für Batteriemodule
- Produktionskapazität der Anlage orientiert sich an dem aktuellen Bestellvolumen, nicht an den Prognosen der Marktentwicklung



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG LASTENHEFT MODULMONTAGE

- Kapazität von 20MWh pro Jahr (Einschichtbetrieb) oder 1.000 Batteriesysteme für E-PKW bzw. 200 Batteriesysteme für Elektrobusse
- Grundfläche: 30qm Roboterzelle
- Material Ein- und Ausbringung, Systemmontage, Verkehrsflächen, Produktionstests.
Summe: 300qm
- Skalierbarkeit in Einheiten von 20MWh



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG BEISPIEL MODULMONTAGE

Konzept 2013:

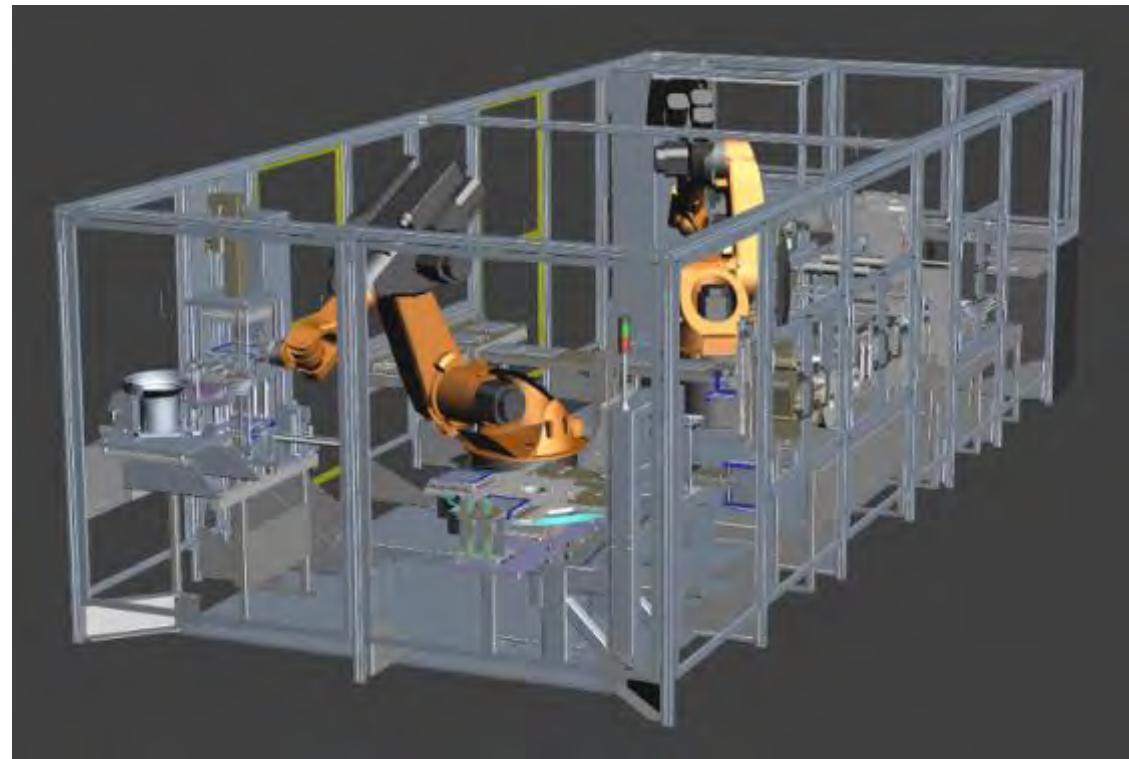
- Montageschritte
- Prinzip und Layout
- Grundfläche



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG BEISPIEL MODULMONTAGE

3D Konstruktion 2013:

- Entwicklung der Stationen
- Detailkonstruktion
- Ablaufentwicklung
- Sicherheit
- Qualität
- Überwachung



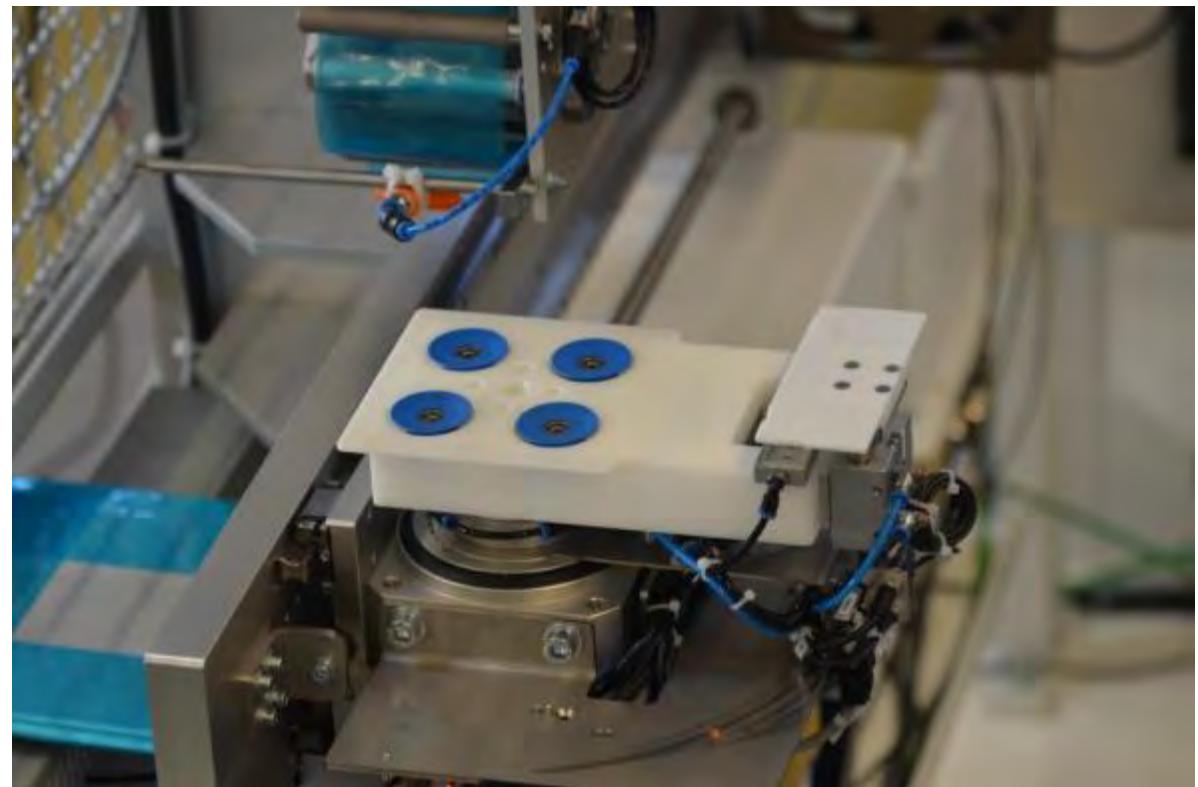
WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG BEISPIEL MODULMONTAGE

Inbetriebnahme 2014:



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG BEISPIEL MODULMONTAGE

Inbetriebnahme 2014:



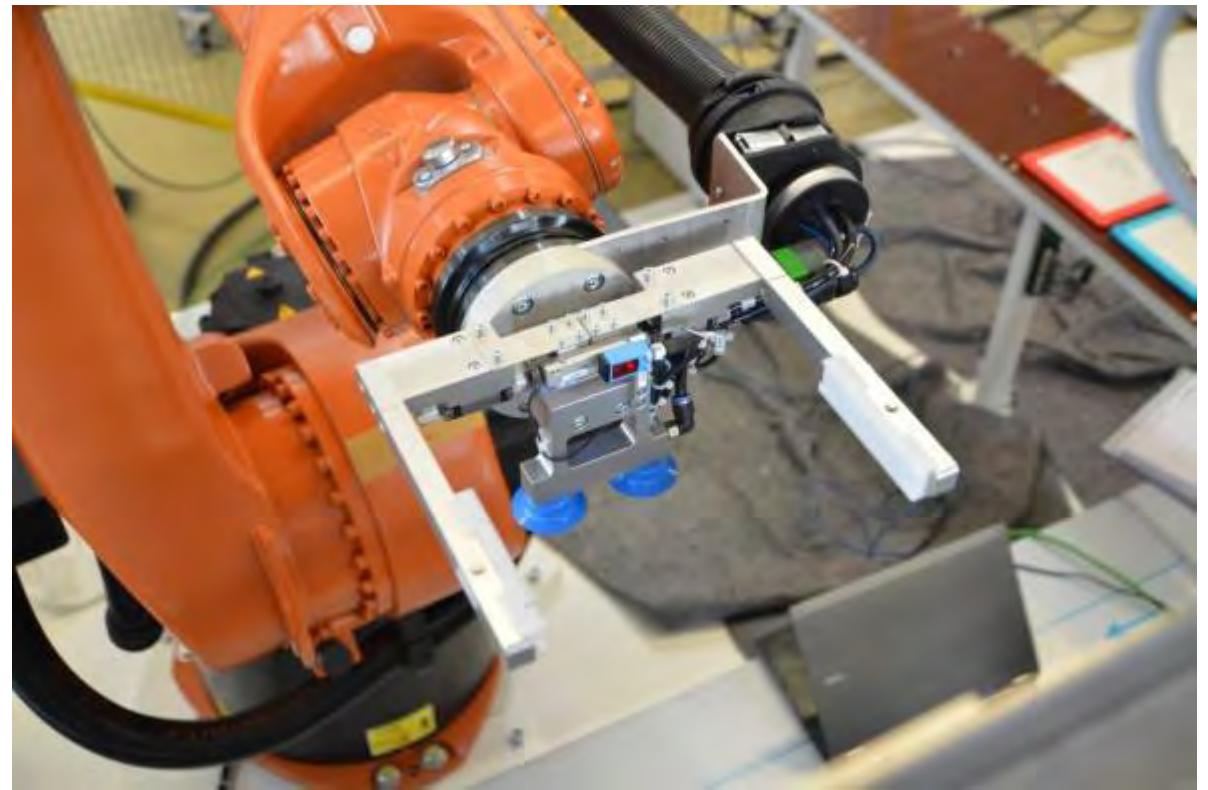
WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG BEISPIEL MODULMONTAGE

Inbetriebnahme 2014:



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG BEISPIEL MODULMONTAGE

Inbetriebnahme 2014:



WIRTSCHAFTLICHE AUTOMATISIERUNG FÖRDERUNG DURCH DIE HESSENAGENTUR

Hessisches
Ministerium für
Wirtschaft,
Verkehr und
Landesentwicklung



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in Ihre Zukunft
– Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung.

Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr.: 416/14-06) wird im Rahmen der Hessen ModellProjekte gefördert aus Mitteln des Landes Hessen und der Europäischen Union (Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung - EFRE).



HessenAgentur

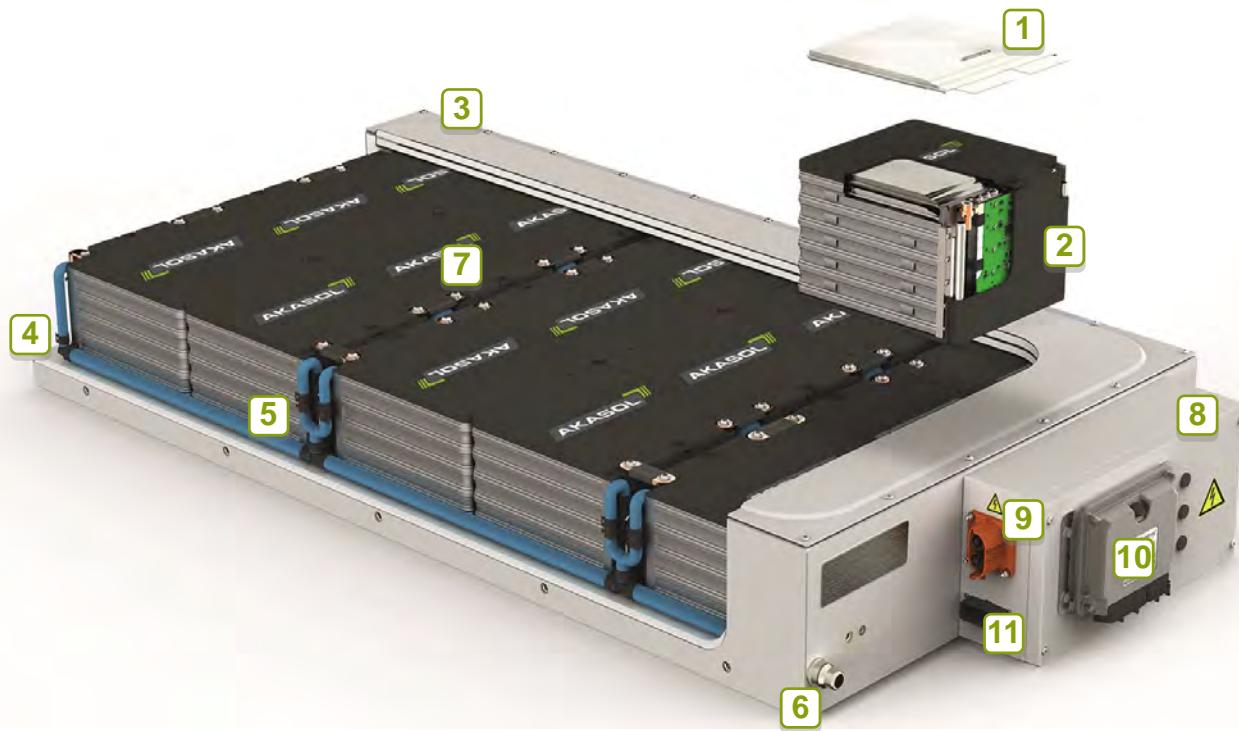
HA Hessen Agentur GmbH



ZUSAMMENFASSUNG AUTOMATISIERTE BATTERIEPRODUKTION

- Das Thema automatisierte Produktion von Hochvolt-Batteriesystemen ist interdisziplinär und sehr komplex
- Der Einfluss der Produktionsqualität der Zellen und der Module ist heute und in Zukunft entscheidend für die Robustheit der Batterie
- Der nächste Schritt ist die Validierung der Zuverlässigkeit über Lebensdauer auf Systemebene beim Einsatz von innovativen Produktionsprozessen mit neuen Verfahren

BEISPIEL BATTERIESYSTEME BASISEINHEIT 30KWH



- 1 Zelle
- 2 AKAMODULE
- 3 Hochfester Batterietrog
- 4 Thermische Isolation
- 5 Kühlmittelverbinder
- 6 Kühlmittelanschluss
- 7 Elektrische Verbinder
- 8 Hauptschützbox
- 9 HV-Stecker mit Interlock
- 10 BMS Master
- 11 Safety Control Unit

ANMERKUNGEN

EINFLÜSSE AUF DIE KOSTEN DES ELEKTROBUSSES

- Batteriepreise variieren um den **Faktor 1,2**
- Die Betriebstemperatur der Batterie beeinflusst die Lebensdauer um den **Faktor 3**
- Die Auswahl der Zellchemie und des Zelldesigns beeinflussen die Lebensdauer um den **Faktor 4**
- Lebensdauergarantien der Batteriehersteller variieren um den **Faktor 4**
- Nachladehäufigkeiten während des Betriebs (Tagesfahrleistung) beeinflussen die Batteriegröße um den **Faktor 5**

ANMERKUNGEN

WAS IST DER OPTIMALE ELEKTROBUS?

- Der der den Einkäufer zufriedenstellt?
- Der den die Werkstattleitung wählen würde?
- Der der dem Bürgermeister die Wiederwahl sichert?
- Der mit der höchsten Verfügbarkeit!
- Der der die Machbarkeit eines breiten Umstieges nachweist!
- Der der aufzeigt auf welches Detail beim Umstieg von Diesel auf Batterie zu achten ist!

ANMERKUNGEN

WAS DARF DER OPTIMALE ELEKTROBUS KOSTEN?

- Weniger als der Diesel?
- Wieviel mehr als für einen Diesel wäre die Gesellschaft bereit für einen Elektrobus zu zahlen?
- Wie hoch ist der Anteil der Vollkosten des Busses auf den Ticketpreis?
- Wer entscheidet sich für den Bau einer Straßenbahn um Kosten zu sparen?

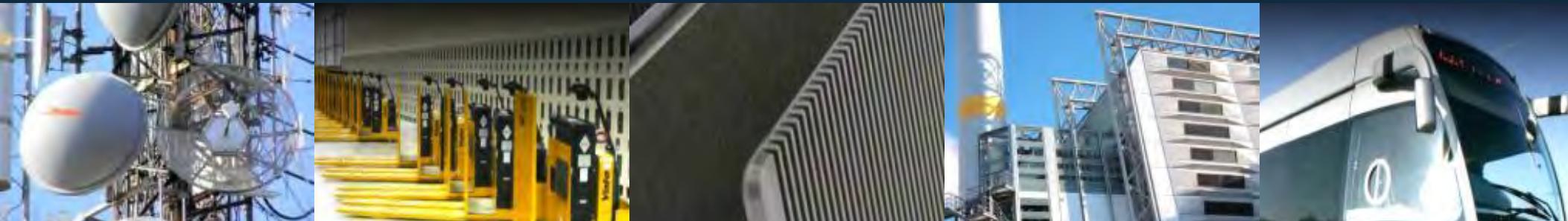
ANMERKUNGEN OFFENE FRAGEN

- Was passiert wenn Elektrobusse zur Pflicht werden und schnelle Entscheidungen auf der Basis geringer Erfahrung mit hohem Risiko getroffen werden müssen?
- Braucht der Elektrobus eine eigene Kategorie bei der Projektierung und Kostenbetrachtung zwischen Produkt (Dieselbus) und Projekt (Straßenbahn)?
- Was muss nachgewiesen sein, bevor die Entscheidung zum breiten Wechsel vom Diesel- zum Elektrobus gefällt werden kann?

SCHLUSSBEMERKUNG

- Sicherheit von Zellchemie: Heute entscheidet nicht die Reaktivität des Kraftstoffes über die Sicherheitsbewertung des Kraftfahrzeuges
- Beim Streben nach 200Wh/kg und 200€/kWh sollten wir nicht vergessen, uns auf die optimale Anwendung der heute verfügbaren Technologien zu konzentrieren
- Potentiale zur Reduzierung der Vollkosten liegen in der intelligenten Reduzierung der installierten Kapazität und damit der Nutzung der zyklischen Lebensdauer innerhalb der kalenderischen Lebensdauer
- Der Markthochlauf für hochwertige Batterieprodukte wird in den Nischen erfolgen in denen Langlebigkeit, Sicherheit, Robustheit und Leistungsdichte zwingend erforderlich sind





PUTTING FUEL CELLS TO WORK

NASDAQ:BLDP • TSX:BLD

*Latest developments of Fuel Cell Technologies
Material Handling and Heavy Duty Applications*

March 19th, 2015

BALLARD®

Corporate Profile

Why Ballard?

The Technology Leader with Unmatched Experience

BALLARD
NASDAQ:BLDP • TSX:BLD

- ⚡ **Power Products:** to meet the power needs of customers through the delivery of high value, clean energy products that reduce customer costs and risks: Fuel cell stacks; motive modules; stationary systems
- ⚡ **Technology Solutions:** to help customers solve difficult technical and business challenges in their proton exchange membrane (PEM) fuel cell programs
 - customized, bundled technology solutions & specialized engineering services
 - access to the Company's deep IP portfolio and know-how



*Ballard HQ facility –
Vancouver, B.C., Canada*

Ballard Power Systems:

- 355 employees
- Public listed company with HQ in Vancouver, Canada
- Product engineering in Canada, USA & Denmark
- Over **30 years** of experience with largest PEM IP portfolio
- Shipped more than **200MW** of PEM fuel cell products worldwide
- **Millions** of kilometers driven by Ballard powered fuel cell buses
- Technology used by major automotive OEMs

Key Customers



Ballard Fuel Cell Product Portfolio

Complete Range of Power Products

BALLARD
NASDAQ:BLDP • TSX:BLD

Fuel Cell Stacks	 FCgen®-1020ACS <ul style="list-style-type: none">• 500W-2kW• Up to 8k hrs	 FCgen®-1300 <ul style="list-style-type: none">• 2-8kW• Up to 30k hrs	 FCvelocity®-9SSL <ul style="list-style-type: none">• 4-20kW• Up to 12k hrs	 FCvelocity®-1100 <ul style="list-style-type: none">• 100kW• > 10k hrs
Fuel Cell Modules	 FCvelocity®-HD6 <ul style="list-style-type: none">• 75-150kW• Up to 20k hours	 FCvelocity®-HD7 <ul style="list-style-type: none">• 100 kW• Up to 20k hours		
Complete Fuel Cell Systems	 ElectraGen®-H2 <ul style="list-style-type: none">• 2kW & 5kW• Direct hydrogen• Indoor (rack-mountable) & outdoor use	 ElectraGen®-ME <ul style="list-style-type: none">• 2.5kW & 5kW• Methanol fuelled• Outdoor use	 ClearGen® <ul style="list-style-type: none">• Multi-MW power	

Ballard's product portfolio includes industry-leading PEM fuel cell stacks, fuel cell modules and complete fuel cell system solutions

Material Handling Overview

Why Fuel Cells for Material Handling?

- **Increased lift truck uptime**
 - Eliminate need to change batteries
 - Quick refuelling vs. long battery charging
 - Extended runtime
 - Consistent power
- **More productive warehouse floor space**
 - Eliminate need for battery room
- **Environmental benefits**
 - Zero emissions
 - Reduced GHG emissions
 - Eliminate need to handle, store, and dispose of lead & acid
- **Centralized H₂ Infrastructure**
 - Enables low-cost H₂ fuelling solution



- **Target Customer**
 - Food, retail, mfg, distribution
 - Large fleets (> 30 trucks)
 - Multi-shift operation (>1 shift/day)



Value Proposition

Fleet Operator Challenges & Industry Trends

Lack of productivity

- Traditional forklifts lose speed & power as battery runs down
- Up to 20 minutes to swap a battery

Wasted floor space in facilities

- Battery storage rooms necessary
- Particularly concerning for greenfield projects

Maintenance & battery replacement creates expensive operations

- Typical battery life ~5 years

Increased focus on employee health & safety

- Desire for more environmentally friendly, safer work environment

Ballard Products



FCvelocity®-9SSL
Fuel Cell Stack



FCgen®-1020ACS
Fuel Cell Stack

Value Add

Increased productivity

- Up to 15%
- Enable forklifts to operate at consistent full speed
- Refuel typically takes < 2 minutes
- Battery rooms eliminated, allowing more room for products
- Drop-in replacement in current major forklift brands

Reduced operational expenses

- Economic lifetime up to 1.5-2.0x longer than lead acid batteries

Environmental benefits

- Zero emissions along with recycling
- Up to 80% reduction in greenhouse gases

Fuel Cell Stacks

BALLARD®

System Integrator &
Exclusive Channel
plugpower

Lift Truck OEMs
Lift Truck Dealers
Equip. Leasing
Companies

Fleet Operators

Total Cost of Ownership Model

Assumptions

Forklift Fleet: 230 trucks
 Class 3 – 180 trucks
 Class 2 – 40 trucks
 Class 1 – 10 trucks

Operation:
 New *greenfield* distribution center
 2.5 shifts per day

Lead-Acid Batteries:
 3 batteries per forklift
 1 battery charger per forklift
 20 minutes per battery change-out
 Battery replacement interval: 3-4 years

Fuel Cell Solution:
 1 fuel cell system per forklift
 3 minute H₂ re-fuelling time
 Fuel cell stack lifetime: 10,000 hours
 Product lifetime: 7-10 years

Hydrogen Cost: \$8 per kg

Electricity Cost: \$0.10 per kWh

Labor cost: \$25 per hour

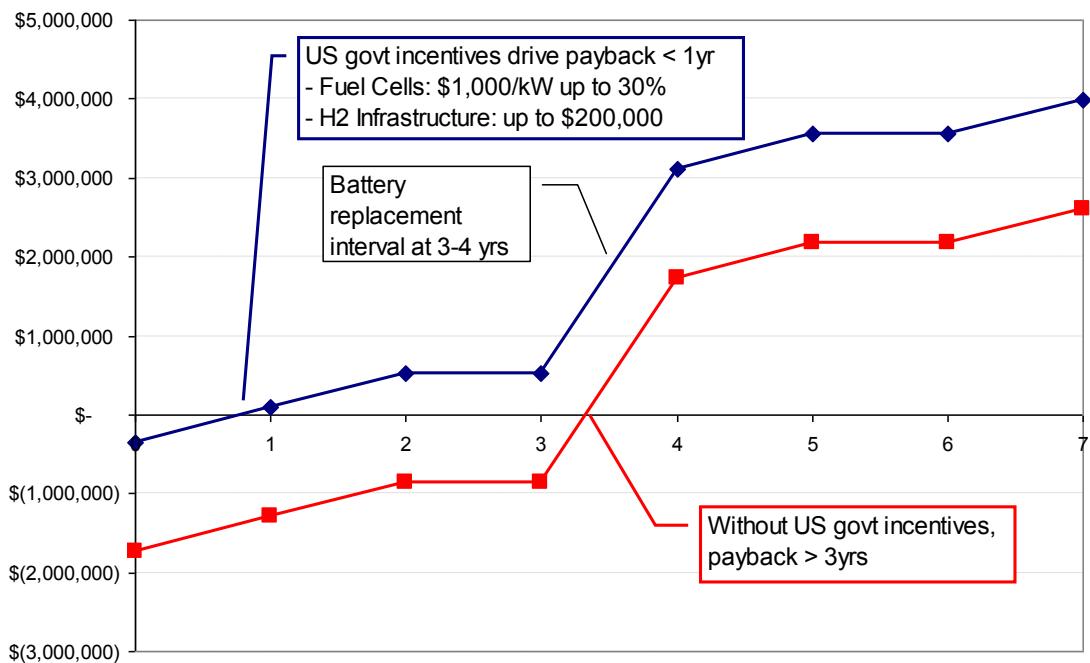
Incentive: 30% “grant in lieu of credit”

Value proposition for new *greenfield* facility ...

- Increase productivity by 15%
- IRR > 50%
- Payback < 1yr
- Savings > \$3M
- Reduce carbon footprint by 80%

Total Cost of Ownership for Greenfield Warehouse Deployment
Flooded Lead-Acid Battery - Fuel Cell Solution
Cumulative Non-Discounted Savings (\$ USD)
 Fleet Size: 180 class 3, 40 class 2, 10 class 1
 Usage: 2.5 shifts per day

Model - Non-Discounted Savings - Fuel cells vs batteries



Addressable Market

Global Industrial Forklift Sales	Units/yr	\$USm/yr
- North America	191,000	\$8,060
- Europe	411,000	\$11,150
- Asia	266,000	\$10,280
- Rest of World	83,000	\$2,460
- Total	951,000	\$31,950
North American Installed Base	Forklifts	
- Installed Base - Total	1,700,000	
- Installed Base - Electric	850,000	
- Installed Base – Address. by Plug	380,000	
N/A Market Stack Opportunity*	Stacks/yr	\$USm/yr
- Total Addressable Market	191,000	\$760
- Serviceable Addressable Market	24,000	\$96

* Target = new sales

Note: Market figures taken from 2007

Stack ASP = \$4,000

Total North American SAM: 24,000 units/yr
Stacks: ~\$100m per year
Systems: ~\$500m per year

■ Target Region: N/A

- High throughput productivity
- Available LH2 infrastructure
- US Govt subsidies

■ Target Application

- Primary = Greenfield Facilities: New electric forklift truck sales
- Secondary = Brownfield Facilities: Conversion of existing trucks and battery infrastructure

■ Target Customer

- High throughput DC's
- Refrigerated warehouses
- Manufacturing facilities

■ Operating Characteristics

- > 2 shifts per day
- > 30 forklift trucks
- Availability of low-cost H2

■ Value Proposition

- Productivity savings
- Reduced GHG emissions

- **Ballard's FCvelocity®-9SSL Fuel Cell Stack**
 - Technology from auto development programs
 - 4th generation fuel cell product for forklifts
- **Key Attributes**
 - Scalable architecture: 4-20kW
 - Operating Life: 10,000 hours operation
 - Fuel: H₂
- **Cost Reduction**
 - 2008-2010 {
 - Hardware cost reduction of 76%
 - New MEA technology - 50% red'n in catalyst
 - Reduced stack assembly and test time
 - 2011 {
 - Higher yields from semi-continuous mfg
 - Reduction in MEA-related scrap materials
 - Material volume pricing
 - 2012 {
 - Plate prod'n - increase capacity & reduce scrap
- **Manufacturing Capacity**
 - 3,500 units per year □ expandable



Ballard's FCvelocity®-1020ACS

- **Ballard's FCvelocity®-1020ACS Fuel Cell Stack**
 - Technology from telecom backup power programs
 - 4th generation of air-cooled fuel cell stack
- **Key Attributes**
 - Scalable architecture: 500W to 3kW
 - Operating Life: 5,000 hours operation
 - Simple Integration: Open-cathode stack eliminates humidifier, coolant pump, radiator
 - Fuel: H₂
- **Cost Reduction**
 - 2008-2009 {
 - Implementation of lower cost hardware
 - Reduced stack assembly and test time
 - Higher yields from semi-continuous mfg process
 - 2010-2011 {
 - New MEA technology - lower cost, simplify prod'n
 - Reduction in MEA-related scrap materials
 - Material volume pricing
- **Manufacturing Capacity**
 - 6,000 units per year □ expandable

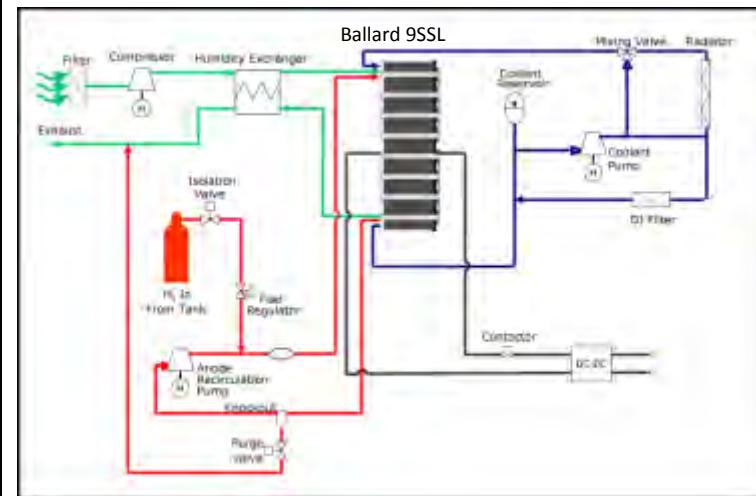
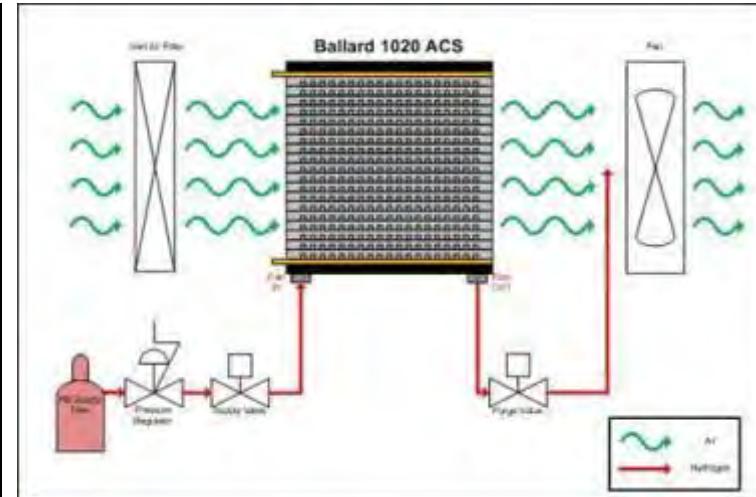


■ Recommended BOP

- **Air Supply Subsystem**
 - Fan, intake filter, ducting ..
 - Compressor
 - Humidifier
- **Fuel Supply Subsystem**
 - Fuel storage
 - Pressure regulator
 - Supply valve
 - Purge valve
 - Anode recirculation blower
- **Coolant Subsystem**
 - Coolant pump
 - Radiator
- **Battery or Ultra-Capacitors**
 - DC energy storage
- **Power Electronics**
 - Regulated DC power
- **Controls**
 - Start/Stop, hybridization ..

1020 9SSL

✓	✓
✓	✓
.....	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
.....	✓
.....	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓
✓	✓



Ballard's 1020 air-cooled fuel cell stack enables a simple, low-cost product solution for *light* applications

Today's Fuel Cells for proven, reliable power.



What is GenDrive®

- What are GenDrive fuel cells?
 - Complete fuel cell engine in a box
 - Superior alternative to industrial lead-acid batteries in motive power equipment
- What do GenDrive fuel cells do?
 - Replace lead-acid batteries permanently
 - Run on hydrogen gas and can be refueled in as little as 60 seconds by operator at convenient self-service dispensers
 - Produce clean power at constant voltage
 - Run 1.5-2 times as long as a battery on pallet trucks
 - Produce no emissions except water and heat
- Features and improvements
 - Enhanced products
 - Common architecture
 - Expansion of product lines - Over 50 configurations



Plug Power GenDrive™ is a *seamless* battery replacement solution for industrial forklift truck applications

Today's Fuel Cells for proven, reliable power.

plug power

Tested. Proven. Rugged. Reliable



The image block contains three photographs of forklifts in a warehouse environment. The first photo shows a yellow Hyster 3-wheel sit-down truck. The second photo shows a red Raymond stand-up reach truck. The third photo shows a white end-rider pallet truck with a person standing on it.

GenDrive Series 1000 3-Wheel Sit-down Trucks 4-Wheel Sit-down Trucks	GenDrive Series 2000 Stand-up Reach Trucks Turret Trucks Stand-up Counterbalanced Trucks	GenDrive Series 3000 End Rider Pallet Trucks Center Rider Pallet Trucks Man-up Orderpickers Tow Tractors
---	--	---

Ballard fuel cells enable Plug Power systems to address the full range of material handling equipment

Customer Value



- 8 sites deployed with Plug GenDrive®
- Houston warehouse fleet of 72 pallet trucks and 26 reach trucks powered by fuel cells. Reduces operating costs by \$100k/yr.



- 3 sites deployed with Plug GenDrive®
- Calgary distribution centre with ~ 100 units. Reduces operating cost by \$269k/year and reduces CO₂ emissions by 530 tons/year.
- Avoided battery infrastructure
- Zero-emission, quiet

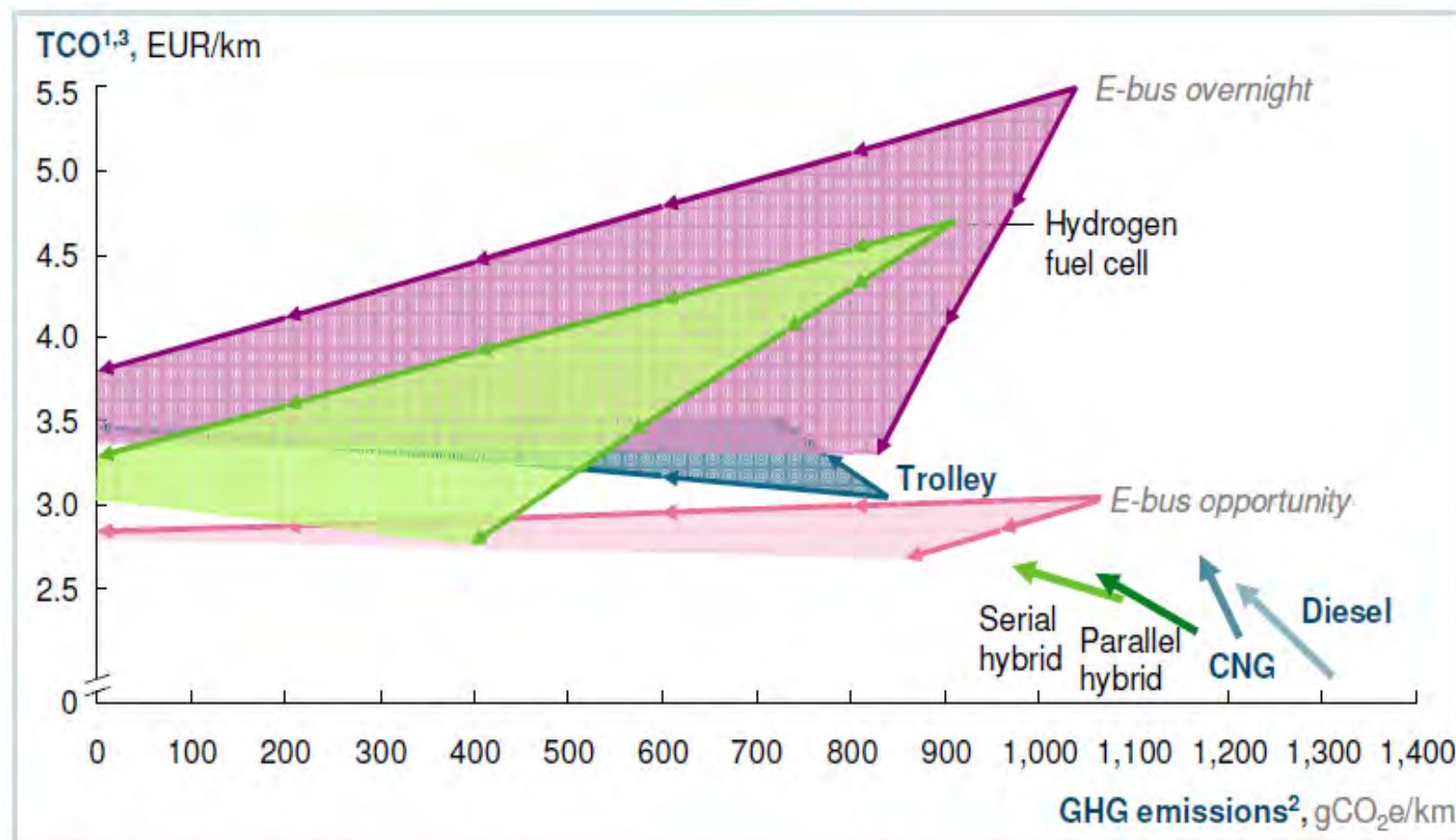


- 85 Plug GenDrive® units deployed at South Carolina manufacturing plant.
- Improves forklift productivity.
- Saves 1.8M kWh/year of electricity.
- Avoids 1,200 tons of CO₂ emissions/year.



Heavy Duty

Why FC Buses?



1 Total cost of ownership for a 12m bus including purchase, running and financing costs based on 60,000km annual mileage and 12 years bus lifetime

2 Total CO₂e emissions per bus per km for different fuel types from well-to-wheel

3 Electricity cost for e-bus and water electrolysis part of hydrogen production based on renewable electricity price with a premium of EUR50/MWh over normal electricity

Source: Urban buses: alternative powertrains for Europe - McKinsey & Company 2013

FC buses are the most flexible zero emissions option – unlike other electric solutions, they can be operated like diesel buses



High daily ranges

... of 300 km on average without refuelling – Extension possible



Full route flexibility

... not bound to any required infrastructure on the route



Performance

... comparable to diesel buses, e.g. acceleration or gradeability



Fast refuelling

... down to 7 minutes possible – Also several refuelling cycles per day possible



High passenger comfort

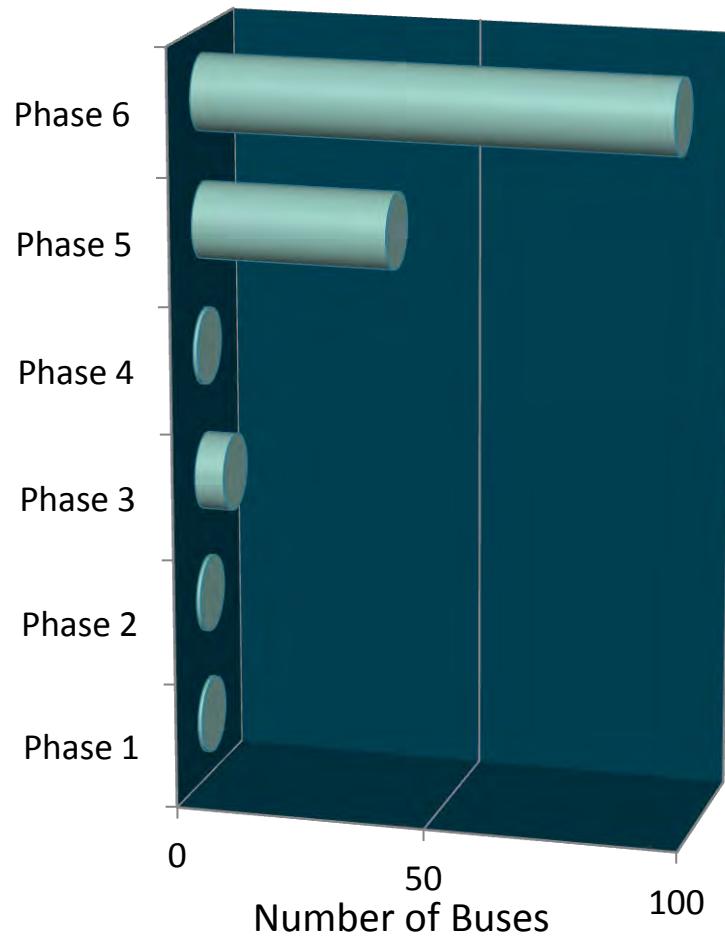
... due to reduced noise levels and smooth driving experience



Technology maturity

... with more than ten years and 7 M km of operational experience

Technology Iterations



Phase 6: (2008 -2015)

Global deployments; multiple OEM customers focused on performance, availability & durability

Phase 5: (2002 -2009)

Large scale pre-commercial European deployment focused on validating performance (CUTE; HyFLEET:CUTE)

Phase 4: (1999)

Automotive technology injection; Single motor concept

Phase 3: (1996 -1999)

Initial Fleet Demonstrations (Chicago & Vancouver)

Phase 2: (1992 -1993)

First Article Prototype

Phase 1: (1991)

Technology Concept



75 HD modules deployed in revenue service since 2008



Wrightbus



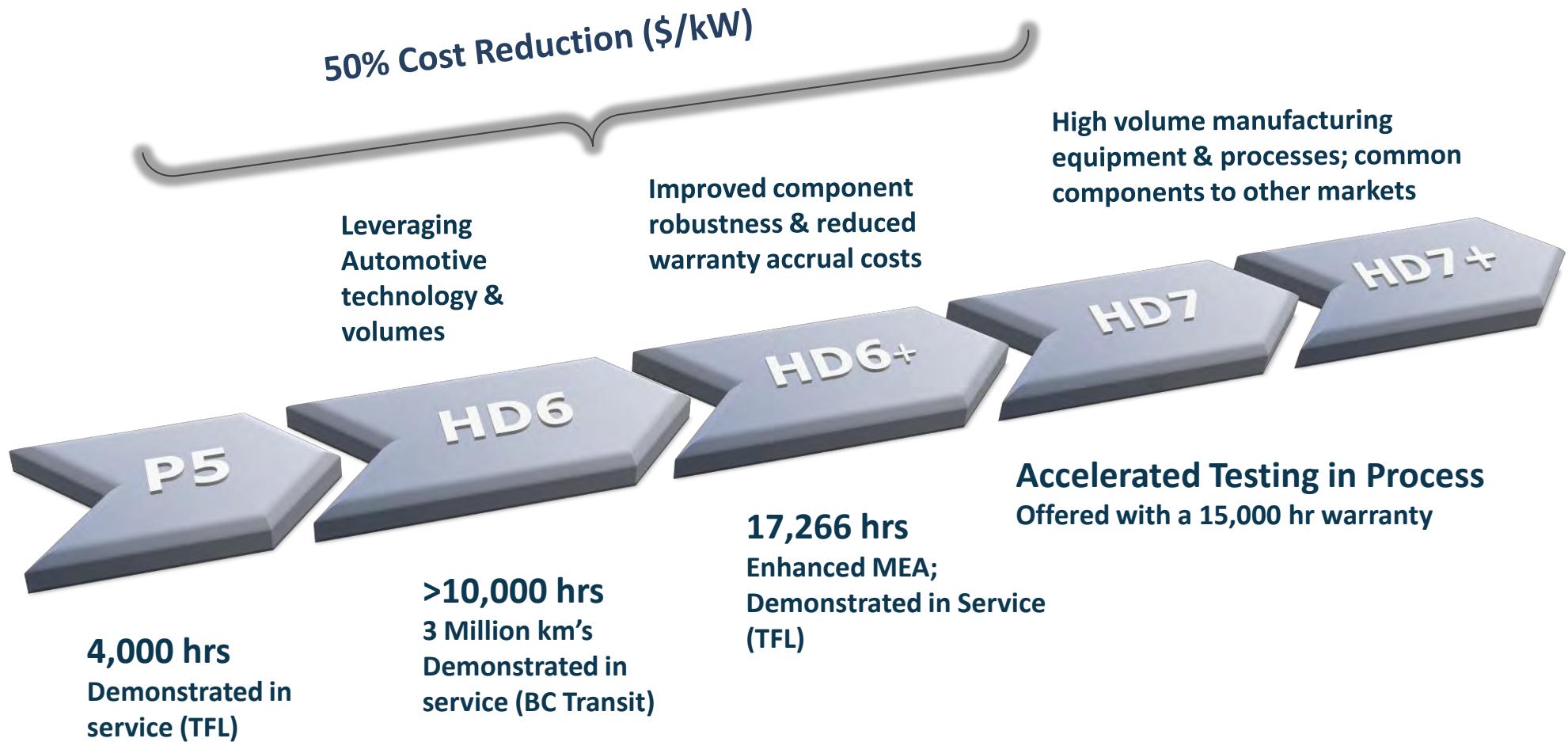
APTS - VDL



Van Hool

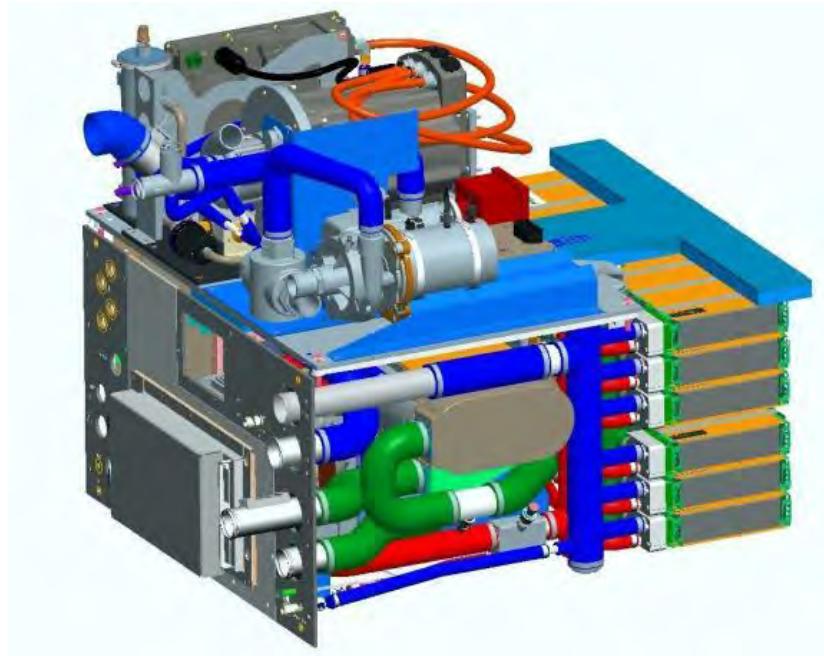


El Dorado National



- **Next generation fuel cell bus module:**

- 100kW units delivered in mid-2014 for early customer trials
- Commercial release planned for 2015
- Substantial cost reduction
 - Latest generation fuel cell stacks – automated manufacturing and assembly processes
 - Reduced parts count – simplified humidification and resulting balance of plant
- Scalable design
- Improved durability
- Fully integrated power module
 - Air compressor and coolant pump included
 - Integrated HRB motor controller (internally mounted)
 - Reduced preventive maintenance activities
- Module lifetime 10+ years
- Offered with a 15,000-hour warranty





- **World Class Engineering support**
 - 30 years of experience with fuel cell buses
 - Integration kits, hardware and software interfaces
 - On-site commissioning support
- **Strong Customer Base**



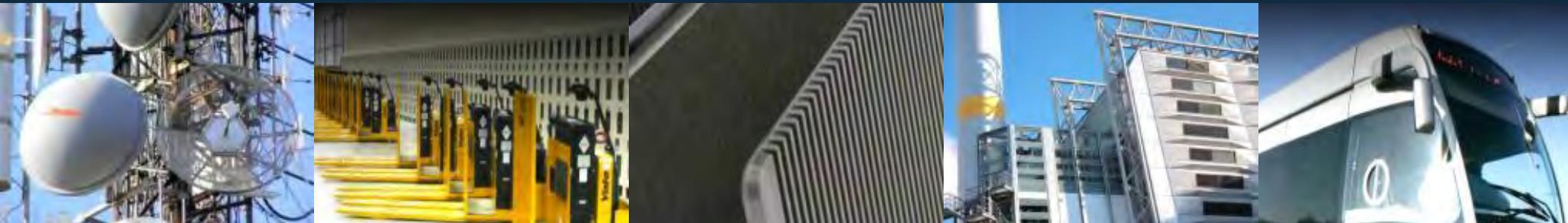
BAE SYSTEMS



tuttoTrasporti



- | | | |
|---|---|--|
|  ESPACE Lier, Belgium
European Service Centre
Co-located with Van Hool
Service Technicians
Full Parts Inventory |  Burnaby, Canada
Global and North America Service Center
Telephone support
Service Technicians
Full Parts Inventory
Flying Doctors
Engineering |  Aberdeen, UK
UK Service Center
Telephone support
Service Technician |
|---|---|--|



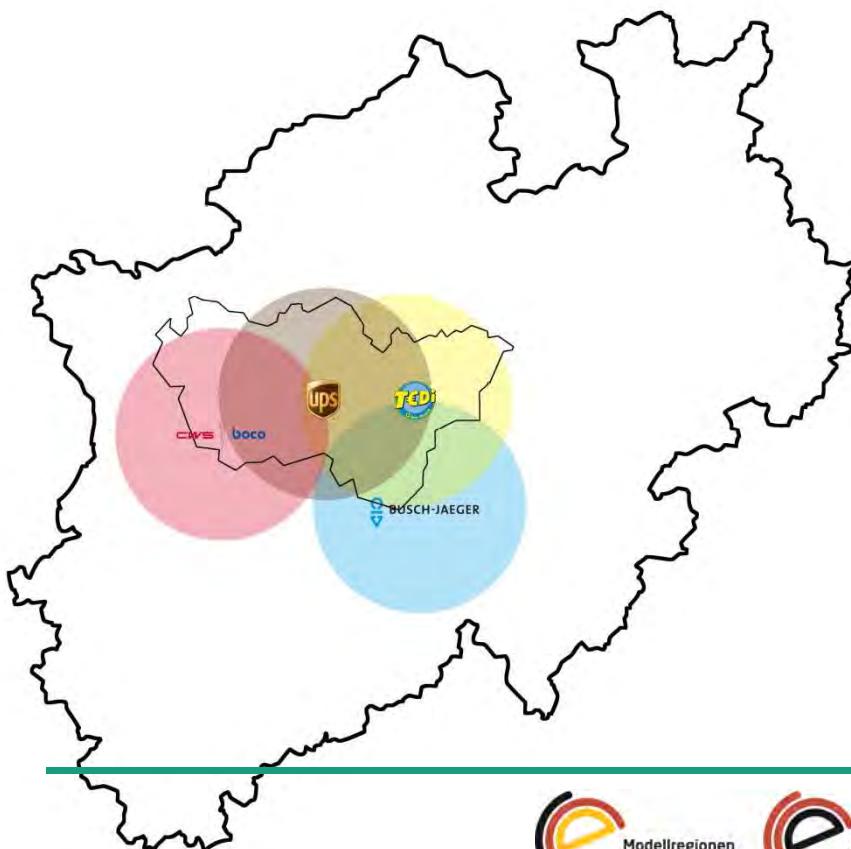
PUTTING FUEL CELLS TO WORK

NASDAQ:BLDP • TSX:BLD

Thank You

BATTERY POWERED VEHICLES IN URBAN DISTRIBUTION

Real world data from electric delivery vehicles and their implications for transport logistic vehicles



Sebastian Stütz, Fraunhofer IML
Stuttgart, 19 March 2015



Gefördert durch:

Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

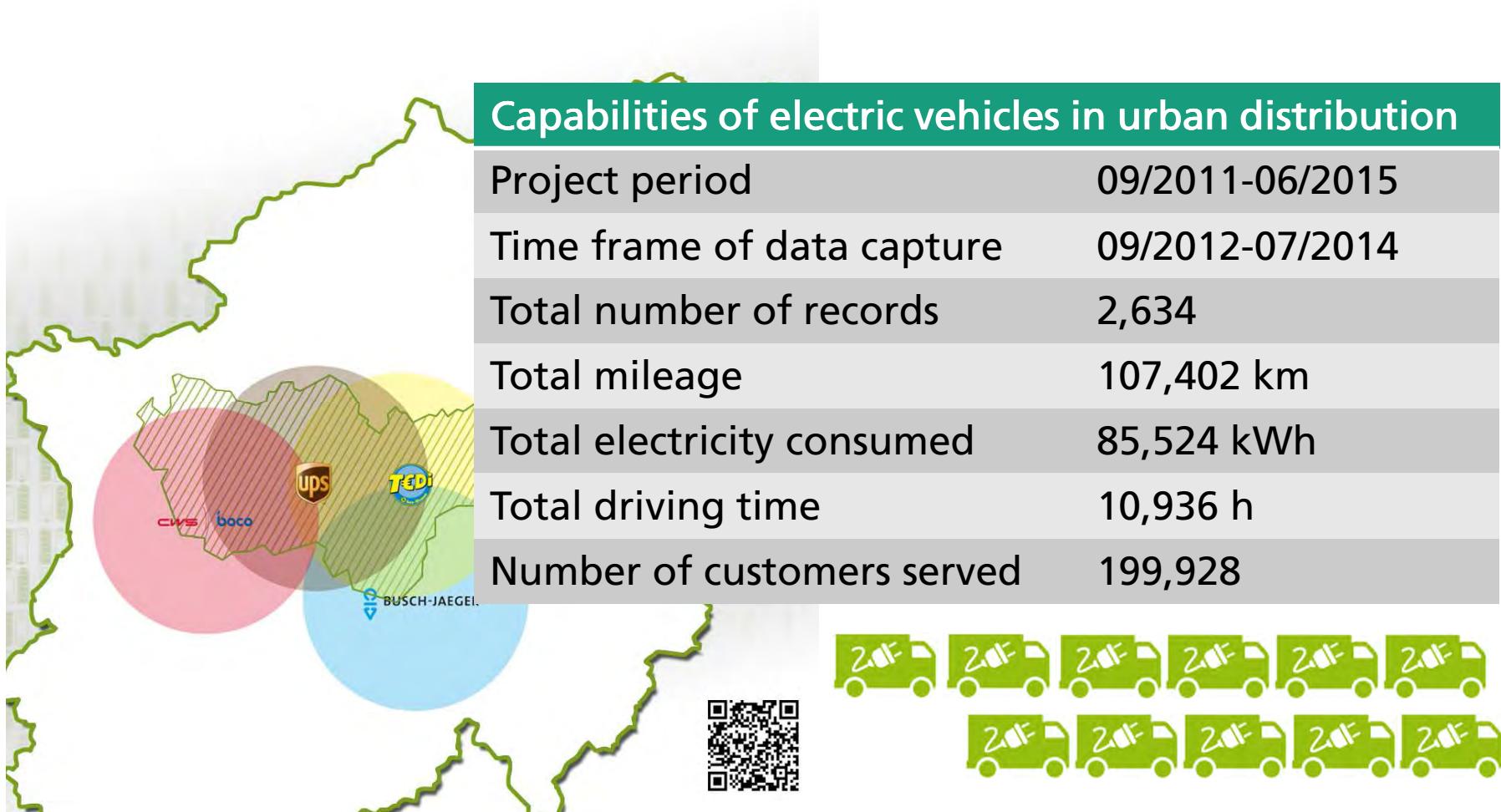


Fraunhofer
IML

AGENDA

- ELMO – A research project centred around BEVs in urban distribution
- Practical hurdles against electrified urban logistics
- Practical experiences of BEVs in urban distribution
 - Reliability and performance
 - User acceptance
 - Economic aspects
- Wrap up: Obstacles to the deployment of BEVs in transport logistics
- Outlook: Directions for future work

"ELMO" A research project centred around battery powered electric vehicles in urban distribution



"ELMO" A research project centred around battery powered electric vehicles in urban distribution



Business:
Laundry service with own fleet



Business:
Package delivery service

“ELMO” A research project centred around battery powered electric vehicles in urban distribution



	Smith Newton 7.5t	P80-E 7.5t
Manufacturer	Smith Electric Vehicles	Morgan Olson / EFA-S
Product type	Production	Conversion
Weight in kg	4,260	3,500
Max. payload in kg	3,230	3,450
Power in kW (HP)	80 (109)	90 (122)
Torque in Nm	600	300
Battery capacity	80 kWh	62 kWh
Driving range in km	50-160	80-100
Top speed in km/h	80	80

Practical hurdles against electrified urban logistics



- Scarce market supply of N2 class models
- Low OEM commitment
- Vehicle supply characterised by uncertainty
- Procurement decisions require precise and reliable range information (non-existent!)
- Physical transfer of vehicles is costly
- Authorities lack experiences with BEVs, prolonging the process of technical examination and registration



Photographs and logos courtesy of
Smith Electric Vehicles US Corp

© Fraunhofer IML · Slide 6



Gefördert durch:

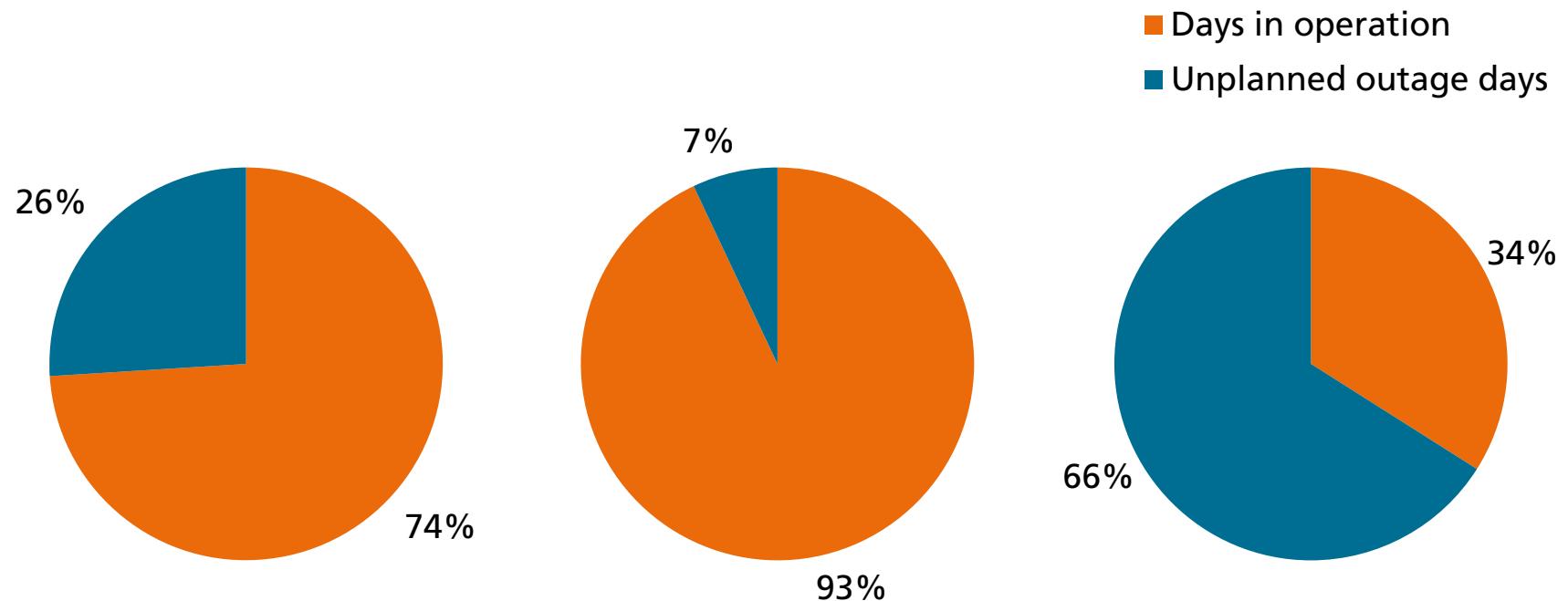


Koordiniert durch:



Practical experiences of BEVs in urban distribution

Reliability in terms of utilisation



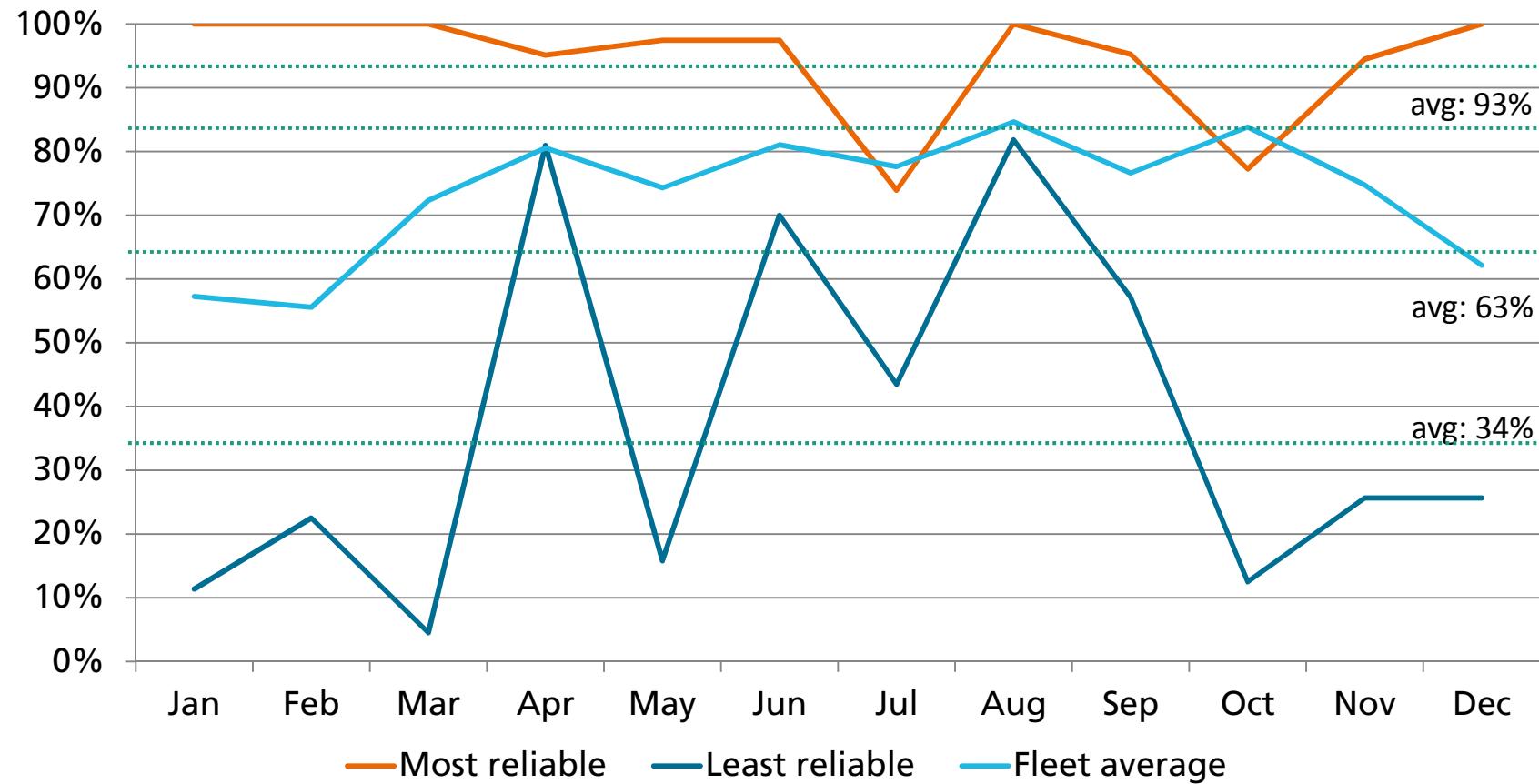
Fleet average

Most reliable vehicle

Least reliable vehicle

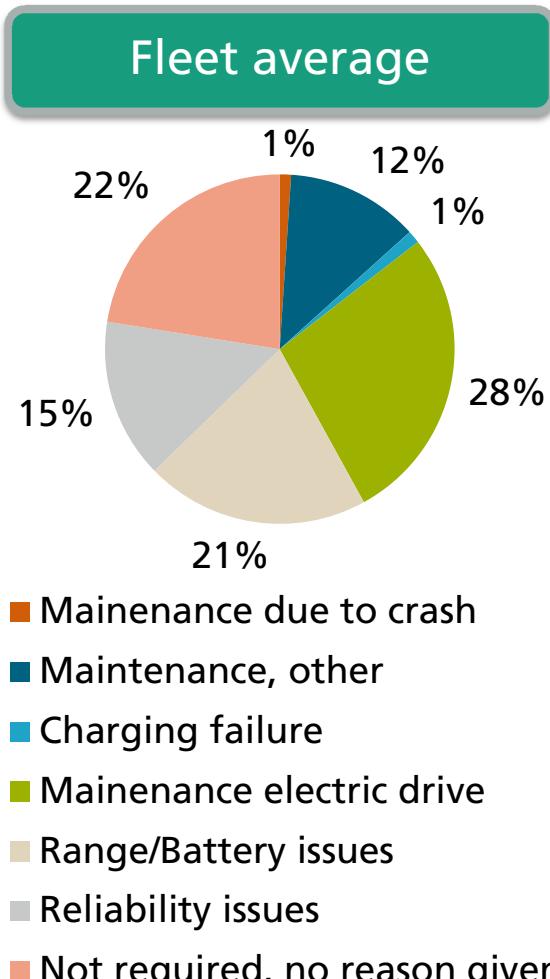
Practical experiences of BEVs in urban distribution

Reliability in terms of utilisation over time



Practical experiences of BEVs in urban distribution

Reliability in terms of operational issues



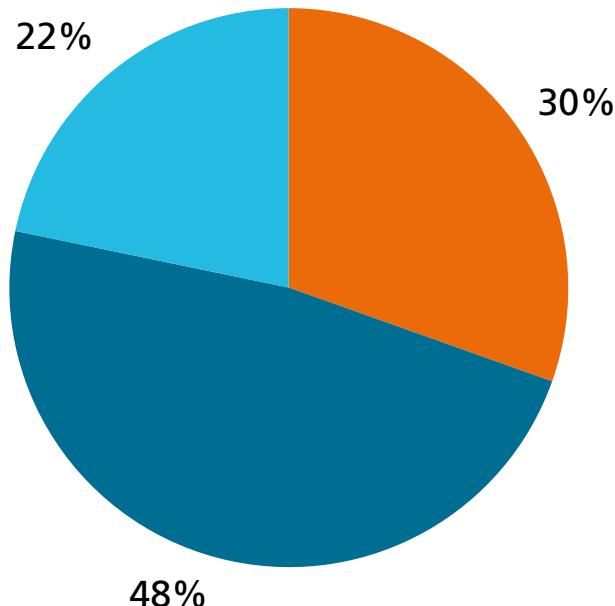
Reasons for vehicle outage overall

- About half all disuse is due to technical difficulties with the electric drive train
- At least every 6th day of downtime is due to distrust among local dispatch
- Charging problems are a non-issue

Practical experiences of BEVs in urban distribution

Reliability in terms of operational issues

Most reliable vehicle

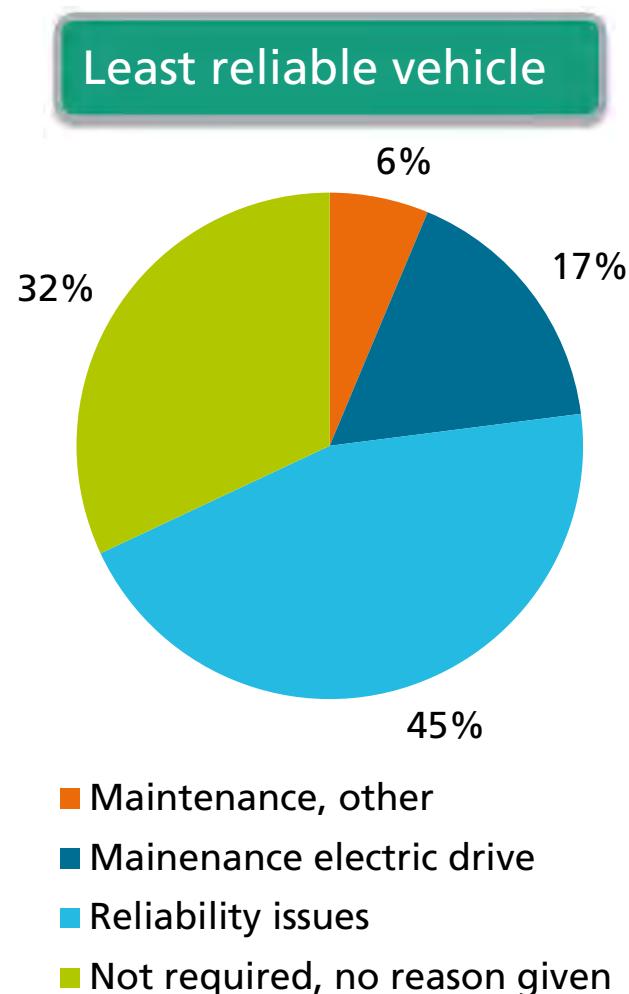


Reasons for individual vehicle outage

- Vehicle suffers from unplanned maintenance measures of electric drive train
- Major share of other maintenance measures due to natural wear and tear of mechanical components not related to the drive train itself (door locks, wipers, etc.)

Practical experiences of BEVs in urban distribution

Reliability in terms of operational issues



Reasons for individual vehicle outage

- Frequent outages before or during shift quickly generated distrust among dispatchers
- Dispatch degraded the vehicle from regular operation to reserve, hence 1 in 3 days “not required”

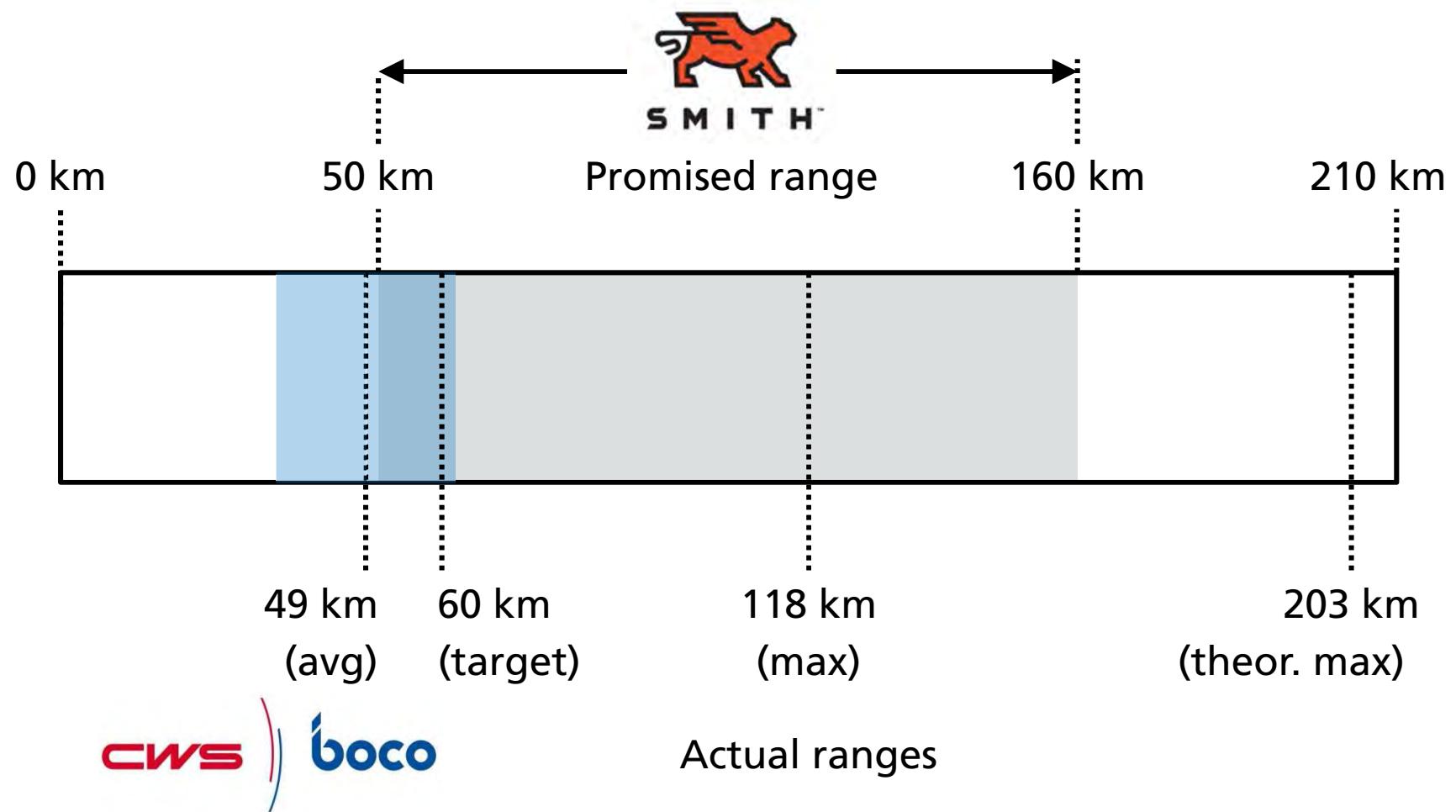
Practical experiences of BEVs in urban distribution

Interim conclusion: reliability of BEVs in urban logistics

- General reliability highly volatile, yet single vehicles reach well over 90%
- Technical difficulties with the drive train itself cause about half the outages
- Technical problems with charging have not been recorded
- Lack of technical support for BEVs leads to longer downtimes compared to ICE vehicles
- Lack of experience along with technical issues generate “organisational range anxiety”: overcautious route planning and dispatching

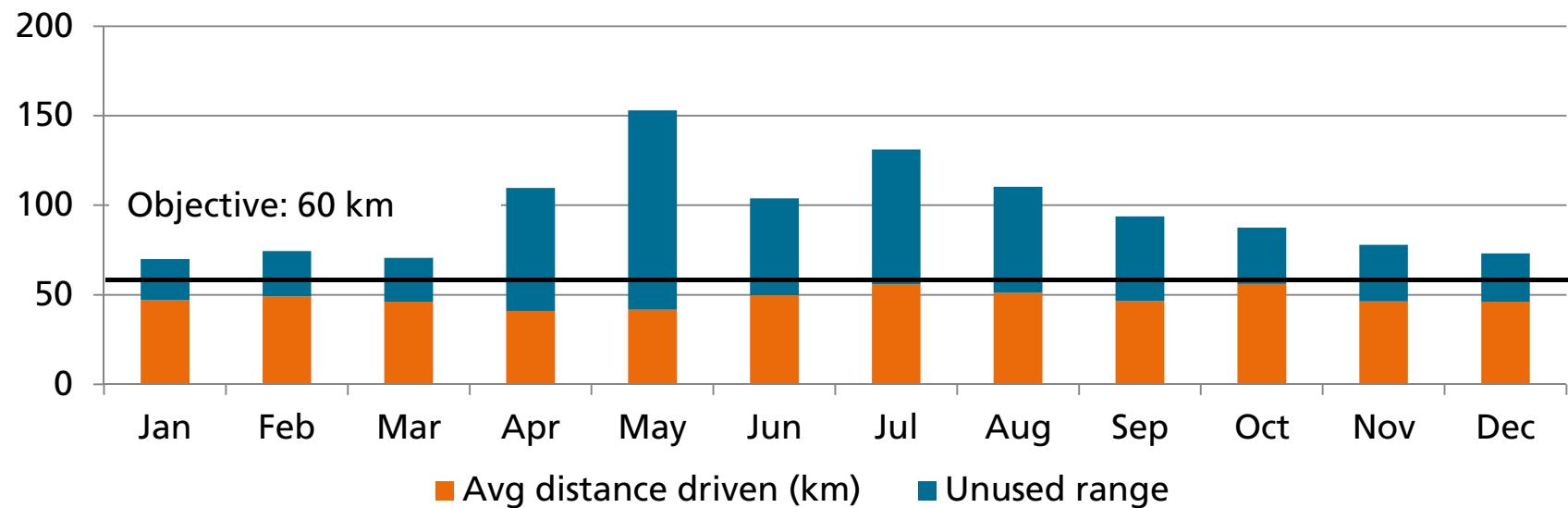
Practical experiences of BEVs in urban distribution

Driving performance



Practical experiences of BEVs in urban distribution

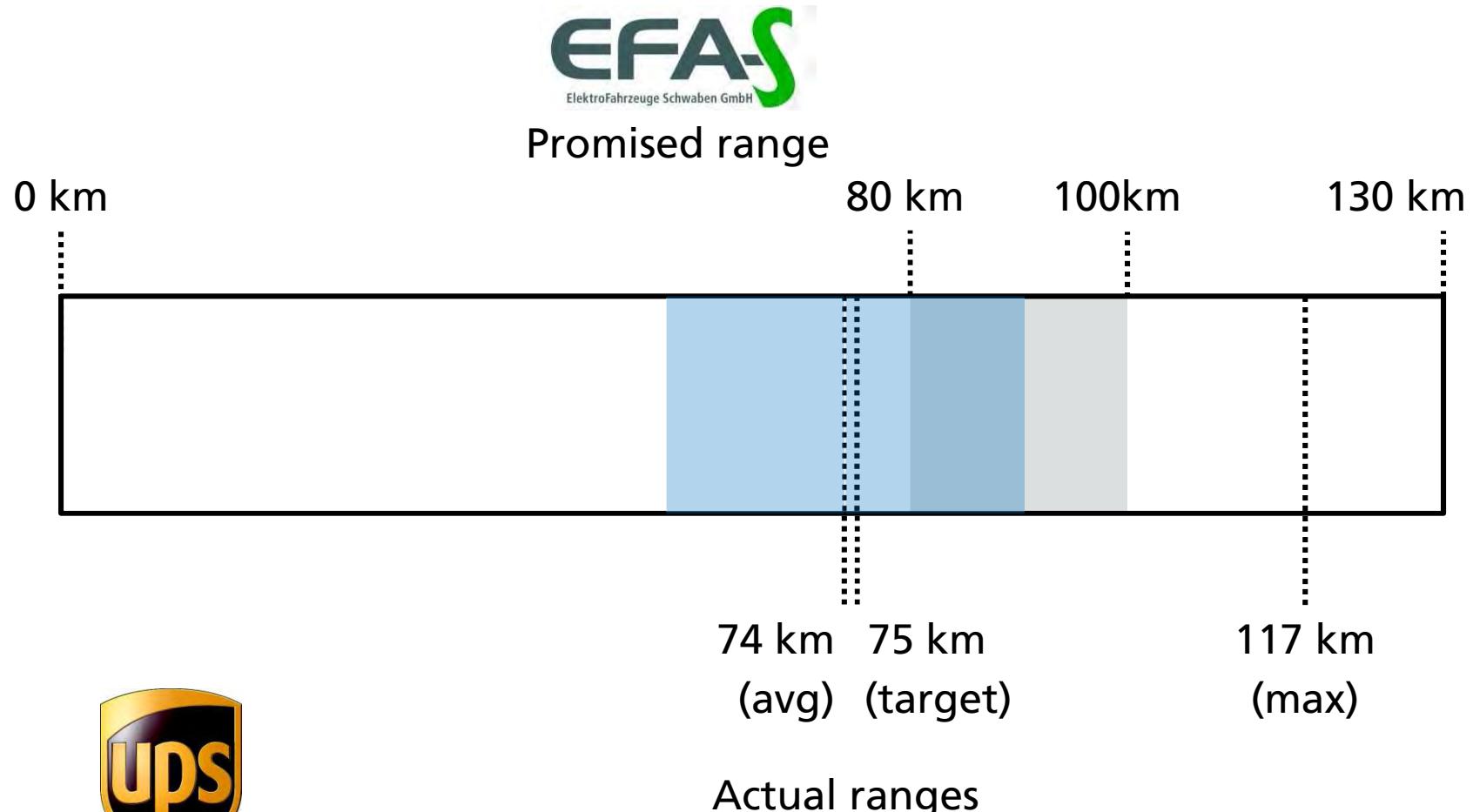
Cumulative driving performance



- Maximum vehicle ranges are never exploited, large safety buffers remain
- Low battery utilisation would have allowed higher vehicle utilisation of at least 50% during winter and over 100% during summer
- Target range of 60 km could have been technically reached anytime and was impeded by overcautious dispatching

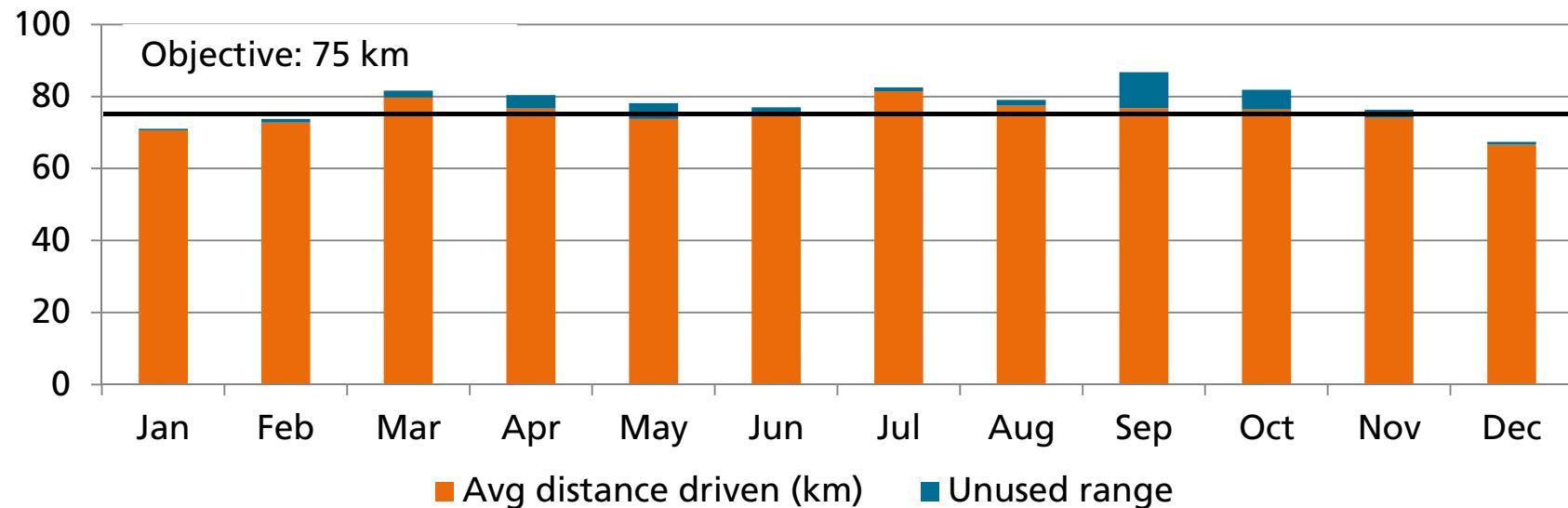
Practical experiences of BEVs in urban distribution

Driving performance



Practical experiences of BEVs in urban distribution

Cumulative driving performance



- Vehicle ranges are mostly exploited close to the maximum.
- Winter (Dec to Feb) presents a challenge to the fleet:
 - Vehicles meet their technical limits
 - Dispatch decommissions low performing vehicles in favour of most reliable ones → fleet utilisation drops by at least 25%

Practical experiences of BEVs in urban distribution

Interim conclusion: achievement of requirements

- CWS boco
 - Range requirements could be met technically by vehicles deployed
 - Poor reliability triggered overcautious planning which kept the vehicles from reaching the range requirements
 - Notable potential to increase transportation performance remained unused
- UPS
 - Range requirements could be met during most of the year
 - Vehicles utilised a high share of their battery capacity, yet, performance could have been increased by at least 10%
 - Ambient conditions during winter kept parts of the fleet from reaching the targeted ranges; some vehicles partly decommissioned

Practical experiences of BEVs in urban distribution

User acceptance: Drivers



Positive feedback

- No need to “start” the electric drive and, hence, allows to move off earlier after a stop
- Silence inside driver’s cabin allows calling dispatch during transit
- Electric drive allows bypassing the waiting queue at the company filling station saving about 15 minutes of idle time

Neutral feedback

- Silent drive technology does not require a higher level of attention; drivers reported that they have to anticipate the behaviour of all people on and by the road anyway.

Negative feedback rare

Photograph courtesy of UPS

© Fraunhofer IML · Slide 18



Gefördert durch:



Practical experiences of BEVs in urban distribution

User acceptance: Management



- Generally open to explore the specific strengths and weaknesses of drive technology beyond standard Diesel
- Dissatisfied with vendor's technical support and response to reliability issues
- Decommissioned all vehicles after field test

Photograph © by Yuri Arcurs/Fotolia

© Fraunhofer IML · Slide 19



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Practical experiences of BEVs in urban distribution

User acceptance: Management



- Generally open to explore the specific strengths and weaknesses of drive technology beyond standard Diesel
- Awareness of technical limitations
→ “route cherry picking” for electric vehicles
- Operation managers excited about new technology and optimistic about increased use of electric vehicles in own fleet
- Wish for near future: significant increase in range from about 80kms up to 120kms could lead to electrification of more than half of current fleet

Photograph © by Yuri Arcurs/Fotolia

© Fraunhofer IML · Slide 20



Gefördert durch:



Koordiniert durch:



Economic aspects

Operational costs



- Infrastructure costs
 - Costs for charging infrastructure itself are negligibly low
 - Operating more than only few vehicles requires upgrade of main connection to electric grid which can easily cost a five-digit sum in Euros
- Maintenance costs
 - Infrastructure hardly needs maintenance
 - Reliability issues lead to an additional burden of maintenance costs for vehicles
 - Aside from these issues, project partners expect savings of at least 50% because of longer maintenance intervals

Economic aspects

Operational cost savings BEV vs. Diesel



- Conservative calculations lead to estimated cost savings of about >70% per km when holding electricity vs. Diesel fuel consumption
- Main drivers for electric energy consumption (descending order):
 - Actual route length
 - Stop density/frequency
 - Ambient conditions
- Optimally utilised vehicles under the observed conditions could thus create total savings of at least 2,500-3,000 EUR per year

Wrap up

Obstacles to the deployment of BEVs in transport logistics

Corporate users

- “Organisational range anxiety” causes overcautious decision making
 - Operational level: Dispatch and route planning keep vehicles from reaching full and optimal utilisation
 - Tactical level: Uncertainty about technical and economic potential pushes vehicles out of fleet planning and procurement
- Makeshift (i.e. ICE conversion) solutions
 - Possible technological lock-in for maintenance and support
 - Converting end-of life ICEs can affect acceptance among driver staff

Wrap up

Obstacles to the deployment of BEVs in transport logistics

Automotive industry

- Scarce supply of suitable models at competitive prices: “chicken-egg-problem”
- Low willingness to produce and support electric models
- Like for ICE engines, standard driving cycles are used to provide information about energy consumption and maximum ranges
- Bottlenecks in service infrastructure

Authorities

- Administrative bodies often lack qualification
 - Process of vehicle licensing extended
 - Police, fire brigades, and emergency services lack experiences

Wrap up

Obstacles to the deployment of BEVs in transport logistics



A side note on attempts to extend public charging infrastructure:

Corporate fleet operators...

- ... have their own charging points at loading bays or inside their terminals
- ... usually charge their vehicles at night when off duty
- ... consider charging en route as impractical and time-consuming
- ... therefore are rarely interested in an extensive network of public charging points

Outlook

Directions for future work

Automotive industry

- Offer models meeting fleet operators' needs at competitive prices

Authorities

- Regulatory framework to facilitate new, BEV-exclusive business models

Corporate users

- Improve decision making and overcome "organisational range anxiety"

Scholars

- Help industry to manage range restrictions: Improve battery technology and vehicle design and adopt planning algorithms to the needs of BEVs



Key to success of e-mobility: economic efficiency!

Thanks for a lot listening!



Sebastian Stütz

Project Manager Electric Mobility and
Logistics, Transport Logistics Division

Fraunhofer Institute for Material
Flow and Logistics IML

sebastian.stuetz@iml.fhg.de
+49 231 9743 396

ELECTRICALLY DRIVEN HEAVY COMMERCIAL VEHICLES IN URBAN AREAS

Results of a Case Study

Electric transport logistic vehicle technology and its application

Stuttgart March 19th, 2015



Agenda

- Mission & research questions
- Electrically driven heavy commercial vehicles
- Application fields & evaluation criteria
- Real life cases
- Results & conclusion
- Discussion



Mission & research questions

- **Usability** of electrically driven heavy commercial vehicles
 - **vehicle-related** technological feasibility and reliability
 - **trip-related** suitability for electric driving
- Post-utilization of **former military properties** for logistical purposes
- Highlighting **opportunities** ...
 - ... for **cities and regions**
 - ... for **companies** (carriers, freight forwarders, shippers)
- **Public acceptance** of electrically operated logistics vehicles
- **Generalization** of results

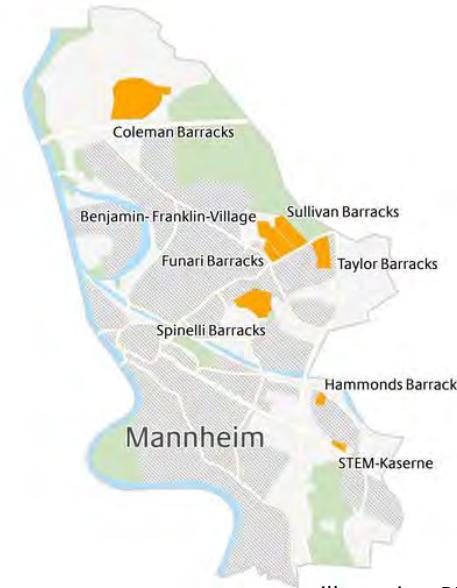


illustration: BImA

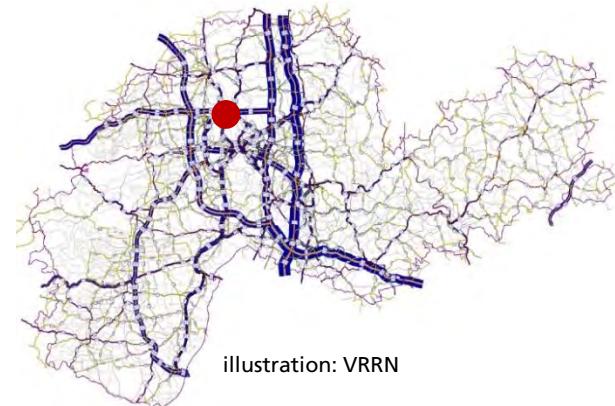
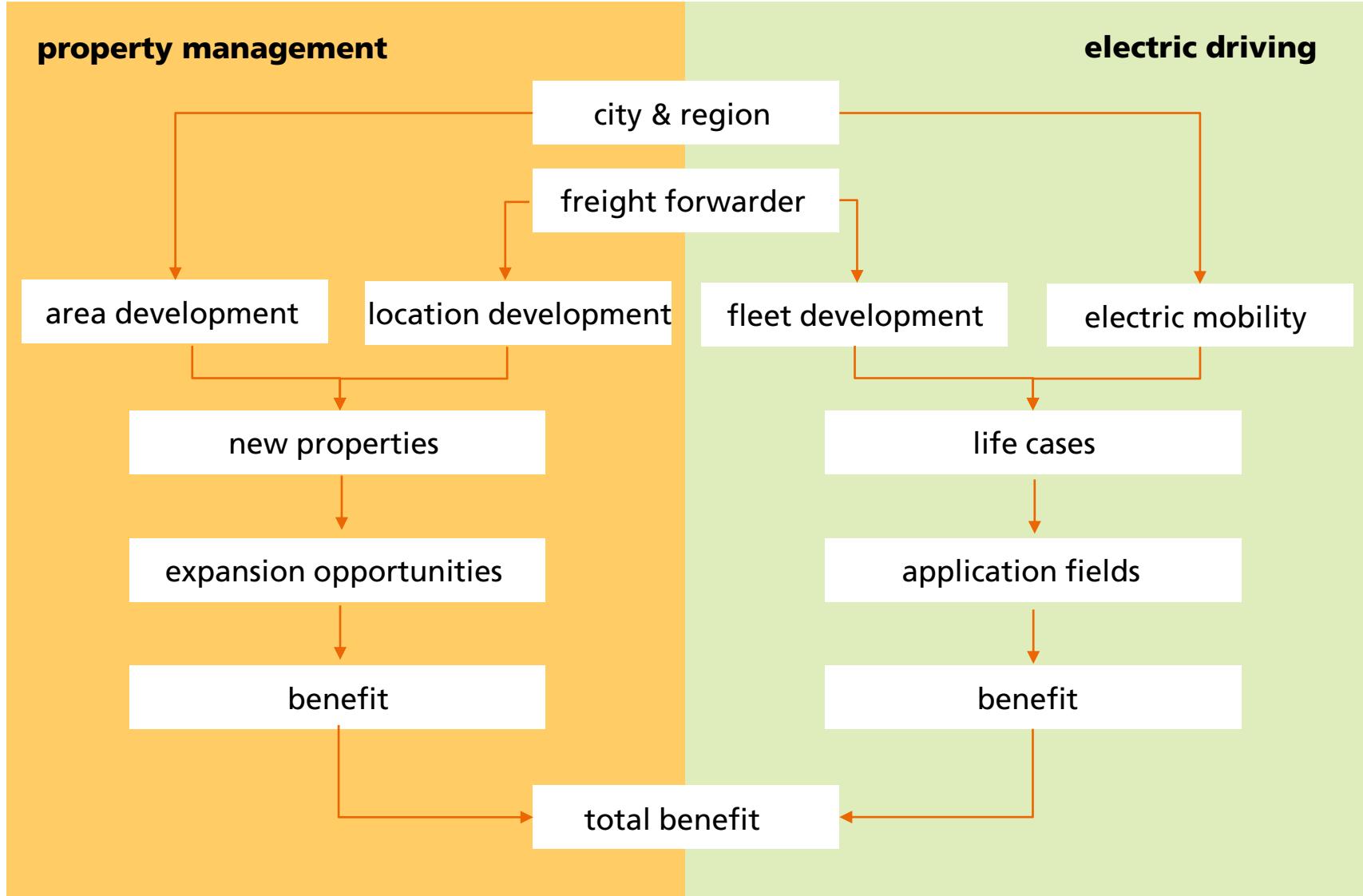


illustration: VRNN

Research design



Mannheim and the Rhine-Neckar region

- One of Germany's most important **logistic hub areas**
- More than **8'500 producing companies** with more than 170'000 employees
- **Shortage of land**, especially for logistical purposes
- About **4'000 FTL** each day
- About **50'000 km** with conventionally driven heavy commercial vehicles each day
- **Environmental problems** (noise, particulate matter, greenhouse gas emissions)
- **Restricted quality of life**



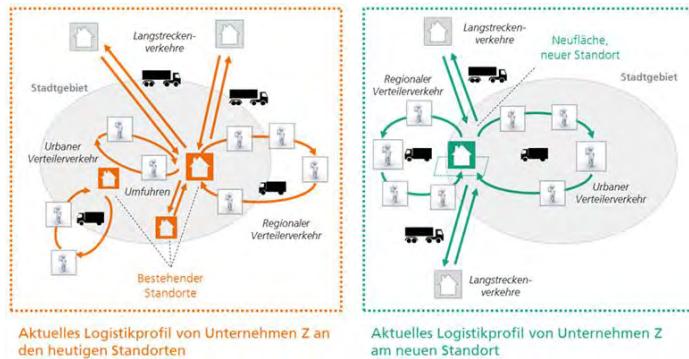
Advantages of electrically driven heavy commercial vehicles

Local advantages

- Less ...
 - ... noise
 - ... particulate matter
 - ... air pollutants (e.g. nitrogen oxide)

Global advantages

- Less ...
 - ... greenhouse gas emissions



Sample vehicle „E-Force“

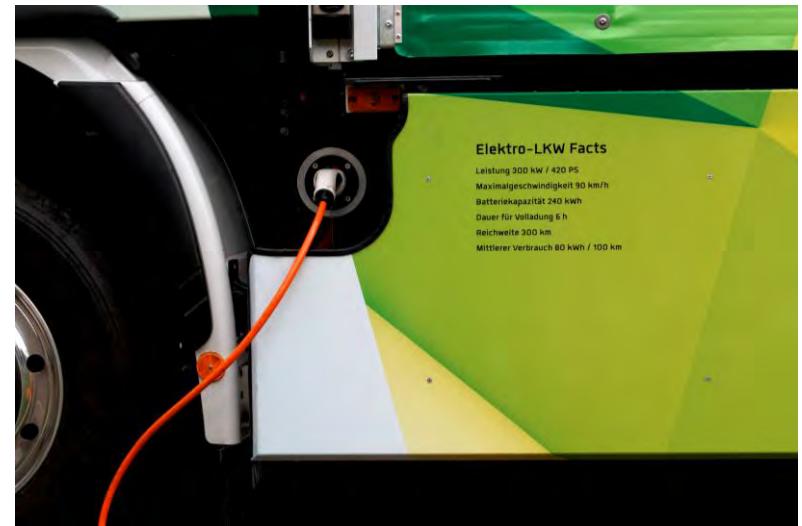
Performance

Motor	hybrid synchron, water cooled
Continuous power	2 x 93 kW
Max. power	2 x 150 kW
Top speed	87 km/h (limited)
Max. payload	10 t



Battery

Type	LiFePO4 2 x 120 kWh 400 V
Weight	2 x 1'300 kg
Time to charge	6 hours @ 44 kW
Battery exchange	5 min.



Consumption

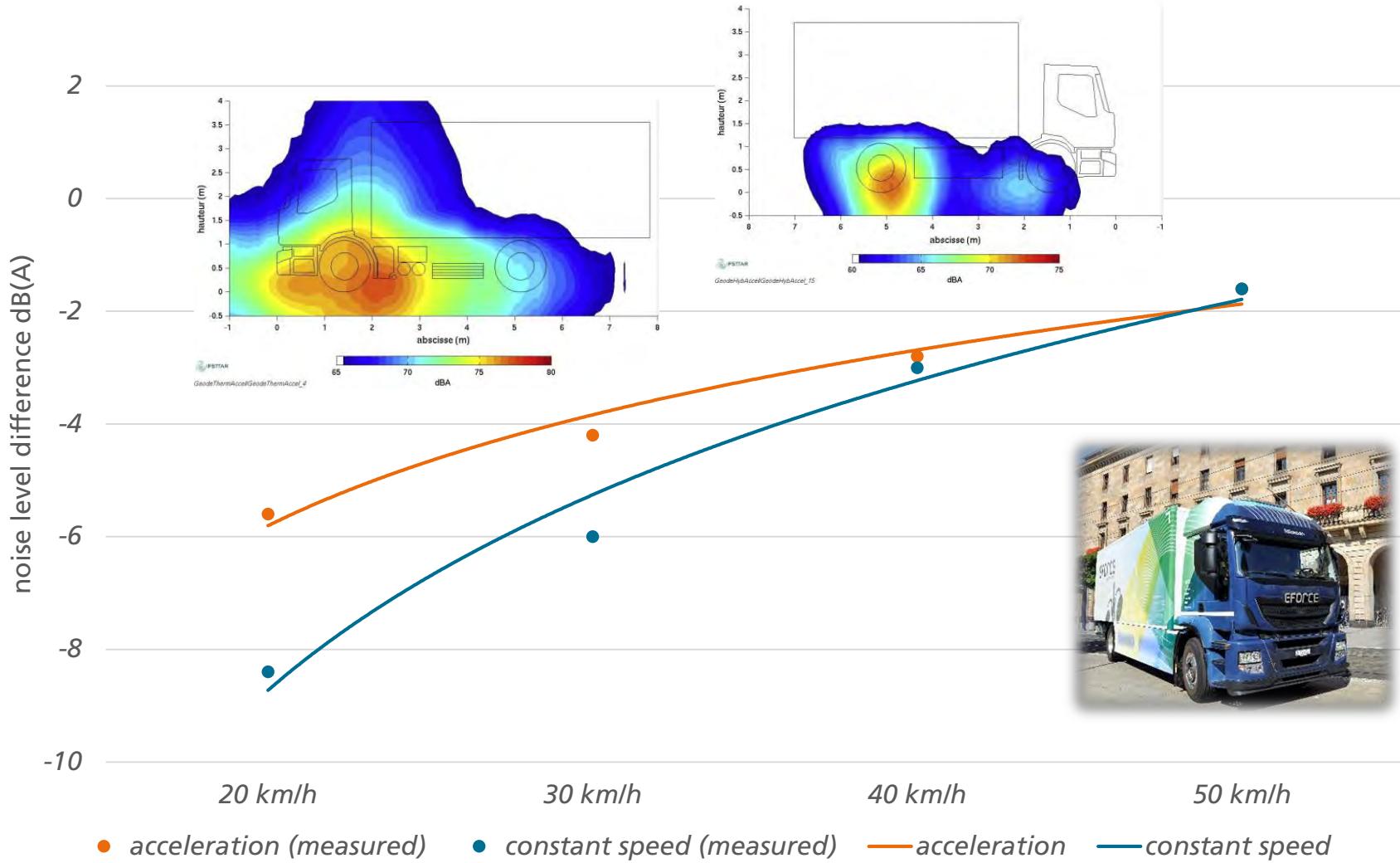
City	60-90 kWh / 100 km
Highway	80 - 100 kWh / 100 km

Operating range

City	300-350 km
Highway	200-250 km

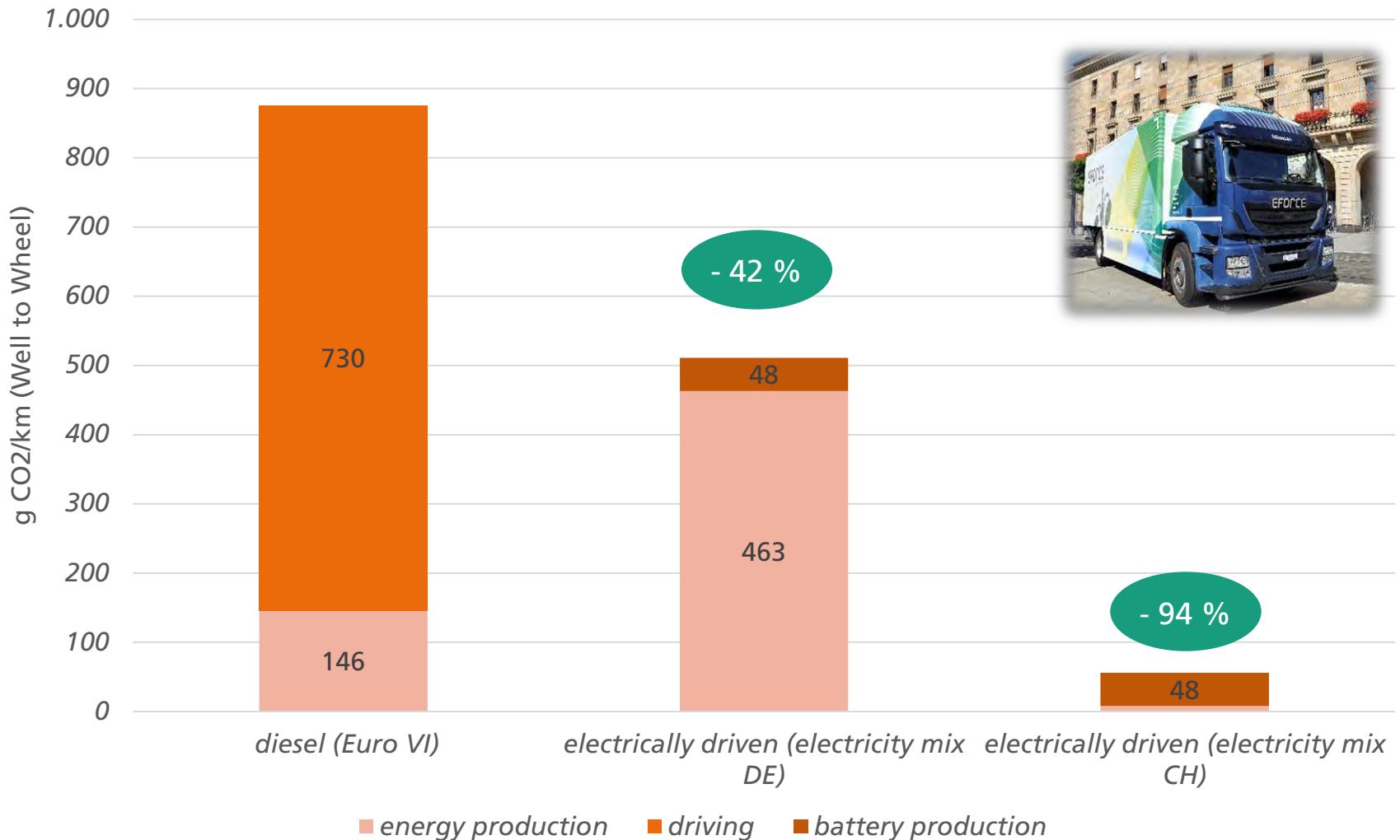
Source: E-Force AG: Fact Sheet „E-Force“ (2015); all Pictures: © E-Force

Noise reduction



Source: Pallas et al: Noise emission assessment of a hybrid electric mid-size truck, Laboratory of Environmental Acoustics LAE, Lyon 2013

Reduction of greenhouse gases (CO₂)



Source: Schneider, D.: Effizienz- und Wirtschaftlichkeitsanalyse des elektrischen 18 t Lastwagens E-FORCE von Feldschlösschen Getränke AG, ETH Zürich 2014.

Operating range of electrically driven vehicles

75 kilometers



- round trip without re-charging
- additional trips without re-charging

150 kilometers



- round trip without re-charging

300 kilometers

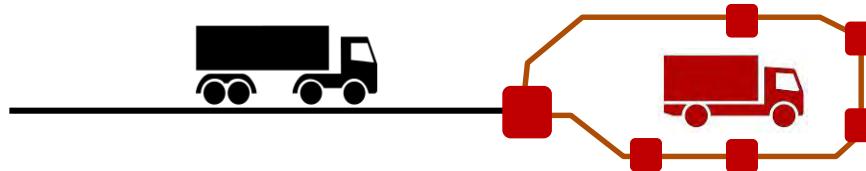


- round trip with re-charging at destination



Application fields

- **A:** Local distribution with electric vehicles (LTL)



- **B:** Long-haul semitrailer transport (FTL), operated by electric tractors within the city

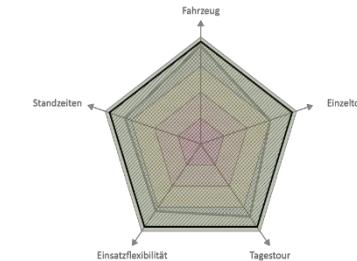
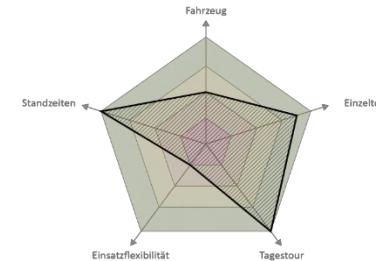
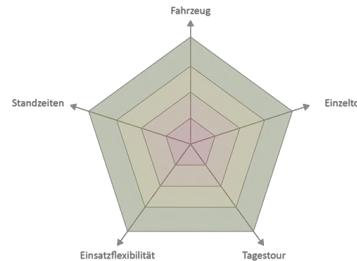


- **C:** Electric heavy commercial vehicles or tractors operating in pre-haul and post-haul of intermodal (combined) transport solutions



Evaluation criteria

	unlimited	with restrictions	prospective	unrealistic
Electric vehicle	available	available with modifications	ongoing development process	not planned
Single trip	without re-charging	with re-charging	enhanced battery technology needed	unsuited
Day trip	without re-charging	with re-charging	enhanced battery technology needed	unsuited
Flexibility	additional trips possible	restricted to current day-trip	current day trip needs to be modified	unsuited
Breaks	sufficient	minor extensions needed	redesign of breaks and driving time needed	not sufficient



Real Life cases

- Evaluation of **real life cases** on current truck operations in the Rhine-Neckar region

- **Land transport**

- **Round trips** with semi-trailers (FTL) between regional manufacturing and storage areas
- **B2B urban distribution** (parts, packages and general cargo) with heavy commercial vehicles
- **B2C customer deliveries** (general cargo and building materials) with heavy commercial vehicles



- **Road feeder services in air cargo**

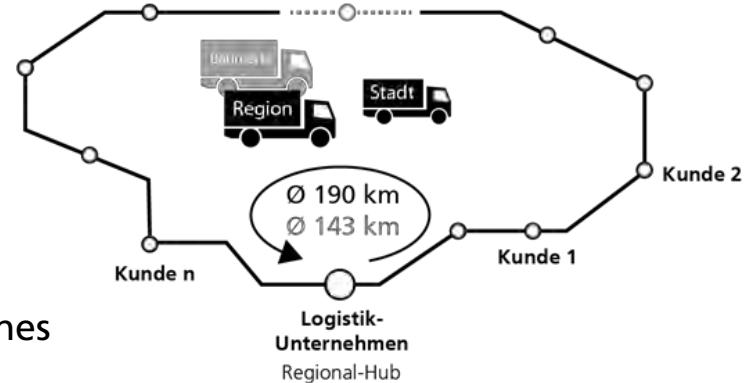
- **Collection and distribution of air cargo items** with medium-sized (N2) or heavy (N3) commercial vehicles
- **Round trip for air cargo items** between Mannheim and Frankfurt Airport with heavy commercial vehicles



Real Life Case A: Groupage operations

Facts

- Collection and distribution of general cargo (chemicals, building materials) for various shippers and consignees
- Consumer deliveries with building materials
- Usage of medium commercial vehicles (N2) < 12 tonnes
- Substitution by heavy commercial vehicles (N3) < 18 t planned
- Day-trips up to 300 km (143-190 km in average) with daily route planning and scheduling
- Trucks operating from 7 a.m. to 4 p.m. (single-shift operation)
- Up to three breaks (about 20 minutes) between the runs for loading and unloading



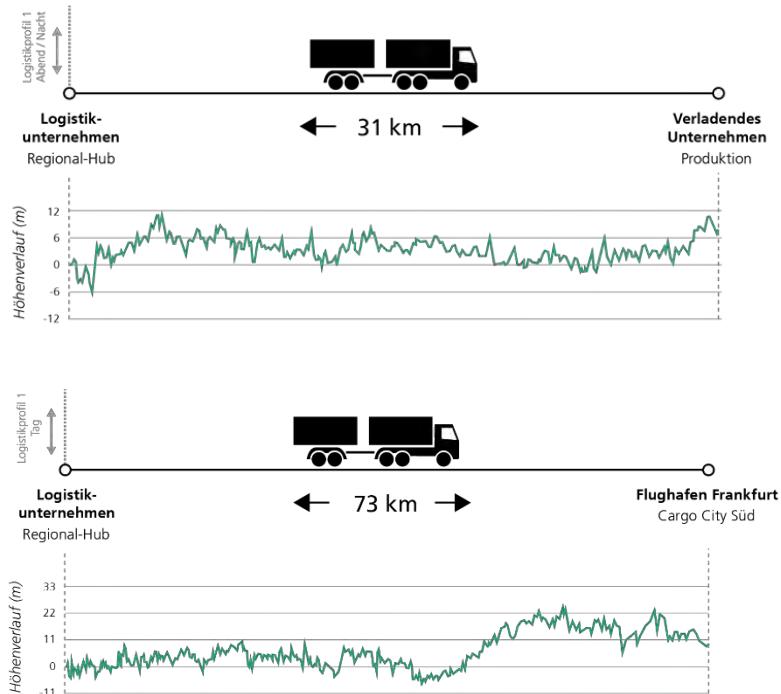
Findings

- (Nearly) all trips < 300 km could be operated with the electrically driven vehicle „E-Force“
- Resting time (4 p.m. to 7 a.m.) is sufficient for re-charging
- The company is very interested in checking out an electrically driven truck

Real Life Case B: Road Feeder Services (RFS) in Air Cargo

Facts

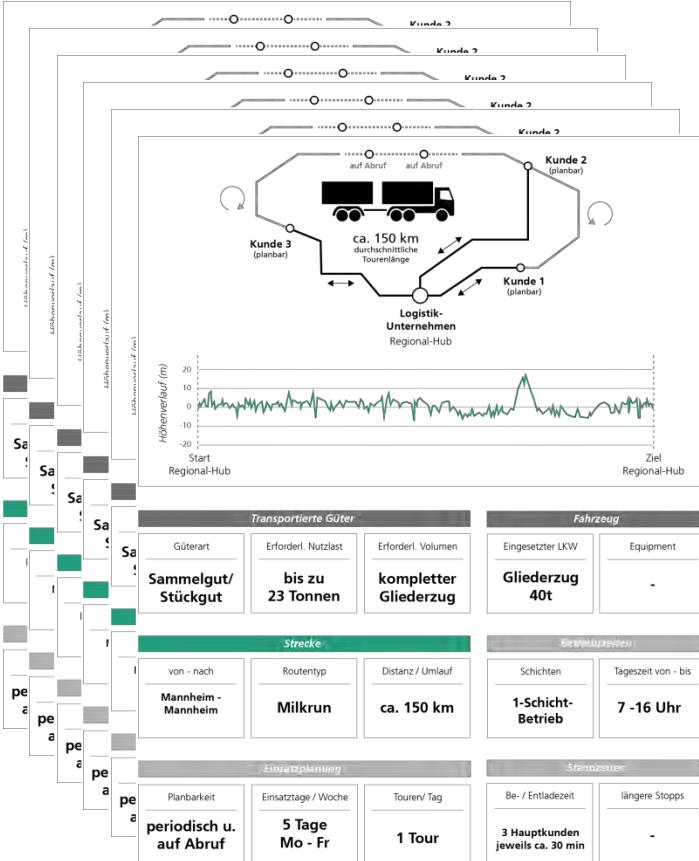
- Collection of air cargo items from various consignors during daytime (three trips per shift)
- Round trips between freight forwarder and Frankfurt airport at night (two trips per shift)
- Usage of heavy commercial vehicles (N3)
- Scheduled break of one hour after finishing the daytime operations
- Additional break of one hour within day and night trip (unloading and loading time)



Findings

- All trips can be operated with the electrically driven vehicle „E-Force“
- A heavy commercial vehicle with a maximum mass exceeding 18 tonnes – as it is used at present – is not available yet (maybe forthcoming in 2015)
- Breaks of about an hour are not sufficient for re-charging the batteries completely; thus a battery-exchange system is needed

Results



- All real life cases are in step with actual practice as they represent **real truck operations** by freight forwarders in the Rhine-Neckar region
- The **application fields** that were selected, i.e.
 - collection and distribution
 - pre-haul and post-haul in combined transport
 - FTL and LTL operations
- are **representative** for numerous similar truck operations
- According to the results of the real life cases the **number of trips that could be electrically operated** with vehicles which are **already available** is **much higher** than estimated

Conclusion

- According to the real life cases **up to 75 % of all truck operations** with heavy commercial vehicles in the Rhine-Neckar area could be operated electrically, but ...
- Operating electric trucks in the selected cases is still **not profitable**
 - ➔ The purchase price for „E-Force“ is about EUR 335'000 (as of February 2015), compared to EUR 95'000 for a comparable diesel truck
 - ➔ Operating costs are 55 % less, compared to a diesel truck
 - ➔ Maintenance costs are 35 % less, compared to a diesel truck
- Additional **public support**, e.g. tax exemptions or subsidies, is considered to be useful for market penetration
- In **Switzerland**, electrically driven vehicles are exempted from road charging (0.37 CHF per km)
- **Economies of scale** through high-volume production and decreasing battery costs are going to increase efficiency
 - ➔ Battery prices are expected to decline by 38 % until 2020
- **New properties** for freight forwarders and carriers operating electrically driven vehicles are complementary measures
- **Additional real life cases** should be evaluated to get more information on the existing possibilities of electric driving

Initial responses



trans aktuell

DIE ZEITUNG FÜR TRANSPORT, VERKEHR UND MANAGEMENT

Nr. 1 + 19. Dezember 2014

www.transaktuell.de

6035 Euro 2,90



Netzwerk: Palletways will in Deutschland weiter wachsen. Die seitliche Beladung ist dabei der Trumpf.

Seite 6

Portrait: Seit einem Jahr ist Katharina Reiche als Staatssekretärin für den Verkehr zuständig. Eigentlich wollte sie in die Forschung gehen.

Seite 10

1.000-Meilen-Test: Zwei Volvo FH540 traten eine Tour über die Alpen an. Im Fokus steht das Doppelkuppelungsgetriebe.

Seite 11

TRANS AKTUELL

Frohe Weihnachten und viel Erfolg 2015

Die Redaktion *trans aktuell* und damit vorbildlich für alle Leseerinnen und Lesern sowie allen Geschäftspartnern ein frohes Weihnachtsfest und einen guten Rutsch ins neue Jahr. Die Ausgaben zwölf Monate waren geprägt durch neue Reglementierungen, Mit der Generalunternehmerordnung oder den neuen Massenförderordnungen gewann *trans aktuell* und FTM wieder an glücklicher Hand, da 2015 erneut wegg sind:

U nternehmertum, effizient und zuverlässig soll die Warenverteilung am Markt weiter ausgebaut werden. Dazu gehört die Logistik im Zweifluss-Stadt, also die Gestaltung der zentralen Colonia-Kaserne ein Zentral Hub zu bauen. In dem Green Logistics Park Konstanz-In- und Outstationen sollen aufgebaut und mit dem Netzwerk verbunden werden, das Waren und schaustoffarmen ins Südwesten bringen. Die Verkehrsbelastung ist gleichzeitig aber die Realisierung bleibt offen.

Dort wird die Landesregierung ausdrücklich die Städte ausweisen, wo 2016 das Elektroantriebspotenzial sich zur schwere Nutzlastreiszeiten ist, die nicht mehr aufgenommen werden, sondern vielfach im Stadtverkehr eingesetzt werden. Eine Verkehrsleistung belegt: Täglich fahren rund 3.500 schwere Lkw aus allen Richtungen ins Mannheimer Gewerbegebiet. Die Studien ergebnisse sind aber so angelegt, dass sie auf andere Städte und Regionen übertragbar sind.

Im Praxisseinsatz sind elektrifizierte Schwerlastverkehre von 12 bis 40 Tonnen noch selten zu sehen. Der Frischluft-LKW Hersteller E-Force hat seine E-Force 18-Tonner mit üppigem Platz und fehlstelllosen Längen die E-Lkw im Verteilerverkehr überzeugt. Angedockt an einer Oberleitung lädt es sich auf. Sollte es unterwegs an einer Teststelle falten. Doch es gibt voran. Ende 2015 wird das Schweizer Unternehmen E-Force eine 12-Tonner-Edition auf Basis eines Daimler-Benz und Herco-Basis für den Verteilerverkehr und damit eine Lücke schließen. Außerdem ist ein Transporter für den Transport von Tiefkühlwaren vorgesehen. Ende 2015 soll das Modell kommen, sagte E-Force-Sprecher Flavio Coen. Das werde die Fahrzeughersteller senken. Neue Möglichkeiten hat der E-Lkw. Er kann unterwegs an jeder Ladestation aufladen und damit eine Lücke schließen – und ist ohne Nachladen von Basel nach Mannheim gefüttert.

Wie groß das Potenzial für elektrischen Schwerlastverkehr im urbanen Raum ist, hat die gleichnamige

Stadt und die Logistikfirma

noch durch die Rekuperation im Stop-

und im Vorlauf.

In Diskussionsrunden und Experteninterviews mit Logistikern prüften die Wissenschaftler, wie viele voll-elektrische Touren mit schweren Lkw möglich wären. Die Ergebnisse werden im Januar 2015 in einer Kurzstudie festgestellt. Die Anwendungen beginnen mit dem Speditionenbereich, wo spezielle Transportdaten durchgespielt und als praktisch zugängliche lokale Verteilerverkehr für Zulieferer und Städte, gut für Zugverkehre und Kleinverkehre, und der Kfz- und Nachlast-Fundamentliches Interesse der Frachtüberführer und Speditionen am Einsatz auf Flecken ist, so Bernicker.

Die Technik ist warrungsarm,

ist sich angenehm fahren und die

Betriebskosten liegen nur bei einem Drittel. Beides kommt nicht minder leicht, wenn es um hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der E-Lkw. In der Schweiz ist Elektro-Lkw noch von der Matz befremdet, was ein wichtiger Kauflauter ist. „Wir sind jetzt am Kantenrand“, sagt E-Force-Sprecher Coen. „Wir müssen die Batteriereise noch etwas verlängern.“

Bei einer Lärmmisskonvention ha-

ben die E-Nutzfahrzeuge klar die

Nase von den Langstrecken-Lkw für-

deren spürbarem Lärm im Überschall

zum brummenden Dieselmotor. Bei

leses, bei 50 km/h noch 1,6 Diesel-

leistung, bei 100 km/h 1,2 Diesel-

leistung. „Wir sind jetzt am Kanten-

rand“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Coen.

„Wir müssen die Kfz-Steuer auf die

Idee machen“, sagt E-Force-Sprecher Co

Thank you for listening ...



Dipl.-Ing. Steffen Raiber
CT Urban Systems Engineering
Phone : +49-711 / 970-2333
E-mail: steffen.raiber@iao.fraunhofer.de



Prof. Dr. Tobias Bernecker
Transport Policy and Transport Economics
Phone : +49-7131 / 504-6814
E-mail: tobias.bernecker@hs-heilbronn.de

Fraunhofer IAO
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart

Heilbronn University
Max-Planck-Straße 39
74081 Heilbronn

...research and solutions for a sustainable world

“Barriers”



“Barriers”

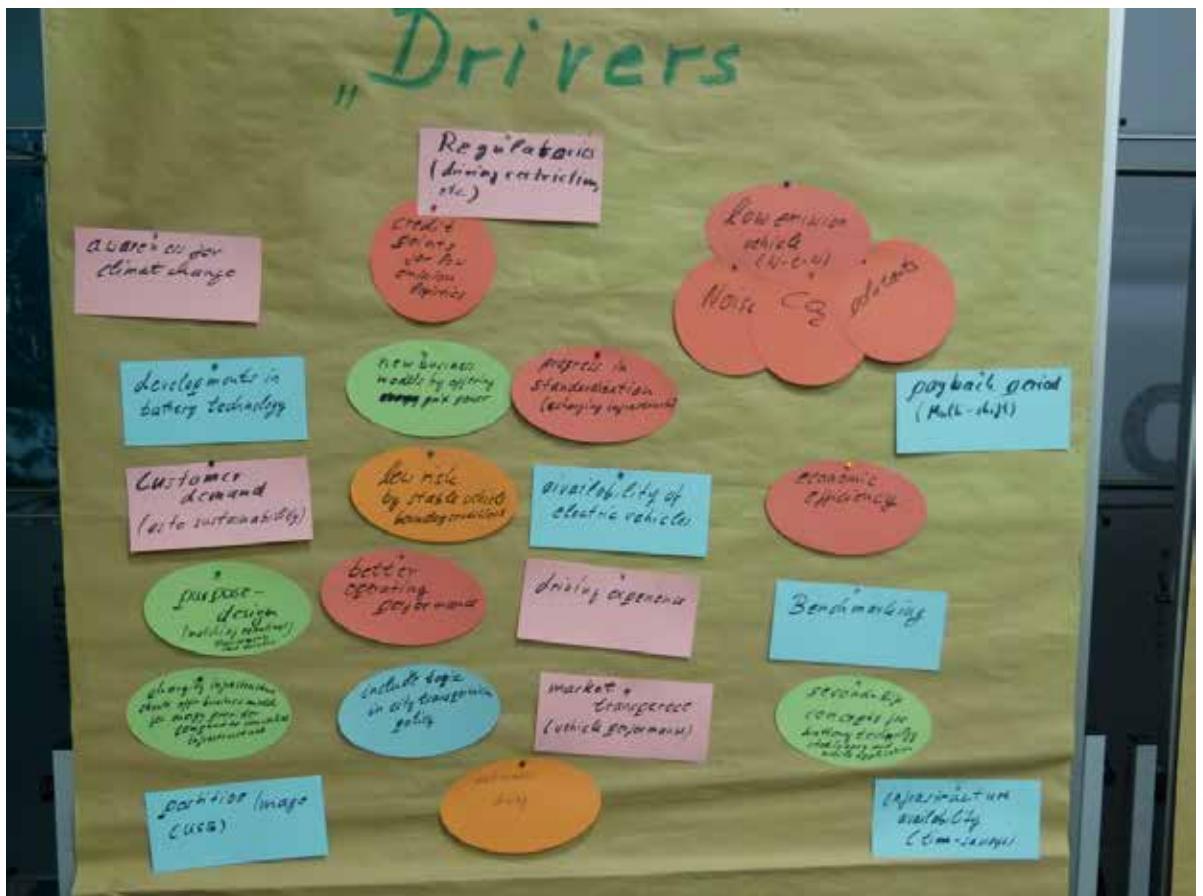
Possible barriers have been discussed and identified from the participants:

- Driving range
- Infrastructure
 - Long distance transportation
 - Last mile delivery in metropolitan areas
- No business case for OEMs
 - OEMs do not accept orders of size <50
 - No EVs offered by OEMs/retailers
 - Cannot capture economies of scale
- Lack of information/specs
 - Before purchasing the EV
 - About the 2nd hand market
 - During the cruise (when to recharge, where to find station, etc.)
- Technology cost and availability
- Lack of public awareness/interest
- Missing recharging standards (many standards)

“Barriers”

- Missing H2 infrastructure
- Limited public procurement
- Less flexibility in multi-purpose logistics tasks/fleet
 - Difficulty in relocating the fleet to a different city
- External costs of ICEs are not priced
 - Noise/CO2 impacts
- Limited warranty/lack of trained personnel for maintenance & repair
- Technology reliability
- Subsidies to ICEs (ease of access, cheap price for rental and leasing)
- Public charging blocked by ICE vehicles

“Drivers”



“Drivers”

Possible drivers have been discussed and identified from the individual perspectives of the participants which are clustered and explained in more detail in the following:

- **General perspective:**
 - The rising awareness on climate change and, therefore, increasing demand for all electric vehicles
 - Addressing all-electric vehicle usage in city transportation policy (low emission vehicle in terms of noise or CO₂ and pollutants)
 - Making progress in standardization issues (e.g. charging infrastructure)
 - Benchmarking: Information transparency regarding technical, economical and acceptability issues of vehicle operation (e.g. driving experiences, vehicle performance, etc.)
 - Charging infrastructure availability

“Drivers”

- **Technology perspective:**
 - Further developments in battery technology (e.g. enhancing specific power/energy density) to improve operating performance (e.g. driving range)
 - Autonomous driving
 - Second-life concepts for battery usage
- **Fleet operator perspective:**
 - Purpose design of the vehicle especially matched to requirements of the transport task and of the requirements of the drivers
 - Using the positive “green” image of all electric vehicles as unique selling point (USP)

“Drivers”

- New business model by offering grid power of the all-electric vehicle fleet
- Driving restrictions within high polluted areas
- Clear and stable boundary conditions – low risk for the investment in all-electric vehicles
- Availability of all-electric vehicles
- Reduced payback periods through multi-shift operations
- Economic efficiency
- Time savings due to no waiting line at charging points in contrast to fueling stations

“Drivers”

- **Energy provider perspective:**
 - New business model by making charging points available
- **Vehicle industry perspective:**
 - Credit points for low emission vehicles required to be allowed to sell vehicles on the market (in analogy to the passenger car regulation in the USA, California)
 - Clear and stable boundary conditions – low risk for the investment in R&D as well as production capacity for all-electric vehicles

“Strategies”



“Strategies”

- **Marketing and communication for more Awareness:**
 - EV centre for all questions and education
 - More awareness for the end customers by advertising and TV commercials
 - Strengthen awareness for overall change of mind towards CO2 goals
 - More real life tests and demo projects and a good communication around it
 - Bring it in the discussion for the city future
 - By involving end customer in supporting CO2 – neutral logistics (involve the whole chain)

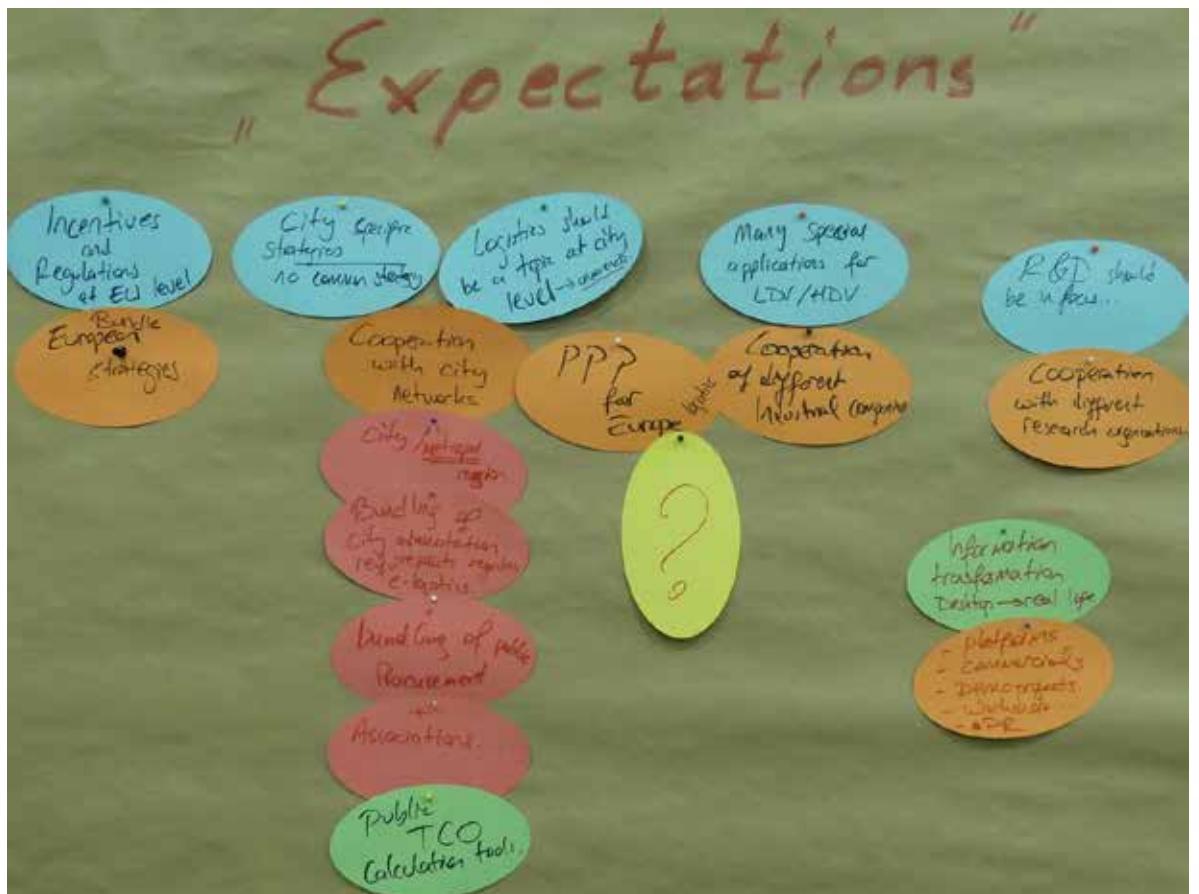
“Strategies”

- **Subsidies:**
 - Easy and clear/ transparent subsidies
 - Incentives for EV trucks on EU base
- **Facts and figures:**
 - Good analyze of the business case
 - Clear picture of the ecology targets during the lifecycle

“Strategies”

- **Targets:**
 - Clear targets : 2025 => EV trucks : 2035=>EV trucks
 - Bring together customer demands for larger quantities and lower vehicle costs.
 - Standard EU "zero Emission" arias/ cities like Madrid , London , Stockholm, Amsterdam etc (it will be for the OEM's easier when all cities will have the same requirements and time schedules)
 - Manufacturer (OEM) : longer battery warranty and full mobility solution service (repair and maintenance contract for longer period > 8 year)

“Expectations”



“Expectations”

First, the participants identified the problems (blue cards) that should be overcome.

- Incentives and regulations at EU level: The problem is that there are several different strategies in the EU.
 - The task could act as a catalyst to bundle the European strategies for the incentives and regulations.

“Expectations”

- City specific issues: The problem is that there is no common strategy among the cities. Furthermore, electrification of logistics does not have a high priority for many cities, but only passenger cars.
 - Participants identified that cooperation with city networks and metropolis regions is crucial for task 27 in order to increase awareness and to bundle the strategies. Moreover, cities may benefit from bundling their requirements and procurements. Furthermore, the task may prepare a publicly available TCO-tool in order to show the hotspots. Another suggestion was to think on private-public-partnerships for electrified logistic vehicles, which was discussed among participants without a consensus.

“Expectations”

- Variety of applications for LDV/HDV: One of the problems is the variety of different applications for the electrified vehicles, which are not standardized.
 - The Task may accelerate the cooperation of different industrial companies, in order to bundle the requirements and standards, so that higher production volumes are possible, which will reduce the costs.
- Focus on R&D: R&D is the key for the electrification of logistics vehicles
 - The task can also accelerate the cooperation of research organizations.

“Expectations”

- There is a need to transfer the information from desktop to the “real life”
 - The task may use platforms, workshops, PR activities etc. in order to increase the awareness and knowledge transfer