



clean fleets
purchasing clean public vehicles

ANTRIEBSTECHNOLOGIEN FÜR BUSSE HEUTE & MORGEN

JOHANNES WAIBEL

UNTERNEHMENSBEREICHSLIMITER FAHRZEUGTECHNIK

BETRIEBSLEITER BOSTRAB UND BOKRAFT

FREIBURGER VERKEHRS AG



The sole responsibility for the content of this presentation lies with the Clean Fleets project. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.





HINTERGRUND

50%-60% DES ÖPNV IN EUROPA ERFOLGT MIT BUSSEN (QUELLE: UITP STUDIE)

95% DER EINGESETZTEN BUSSE SIND DIESELBUSSE

ENTWICKLUNG ALTERNATIVER TECHNOLOGIEN SCHREITET VORAN

**ÖFFENTLICHE UNTERNEHMEN MÜSSEN BEI DER FAHRZEUGBESCHAFFUNG DIE
“EU RICHTLINIE ZUR FÖRDERUNG UMWELTFREUNDLICHER
ANTRIEBSALTERNATIVEN BEACHTEN”**

**SEIT DEM 1. JANUAR 2014 MÜSSEN ALLE IN DEUTSCHLAND VERKAUFTEN
BUSSEN DIE EURO VI NORM ERFÜLLEN**

**ÜBERBLICK ÜBER VERFÜGBARE ANTRIEBSALTERNATIVEN: “CLEAN FLEETS BUS
REPORT”**



AGENDA

EINLEITUNG

VERFÜGBARE TECHNOLOGIEN UND KRAFTSTOFFE

- Gas
- Biokraftstoff
- Trolleybusse
- Diesel Hybridbusse

TECHNOLOGIEN IM ENTWICKLUNGSSTADIUM

- Hybridbusse
- Elektrobusse
- Wasserstoffbusse

EINSATZ VON DIESELBUSSEN



clean fleets
purchasing clean public vehicles

VERFÜGBARE TECHNOLOGIEN UND KRAFTSTOFFE





clean fleets

purchasing clean public vehicles

GAS





BUSBETRIEB MIT GAS

ES WERDEN ZWEI MÖGLICHKEITEN DES BUSANTRIEBS MIT GAS AUS FOSSILEN QUELLEN UNTERSCHIEDEN

ERDGAS (VERDICHTET)

- Wird im Busbereich eingesetzt
- Erdgasbusse können auch mit Biogas betrieben werden
- Gut entwickelte Technologie – hohe Marktverfügbarkeit

FLÜSSIGGAS / AUTOGAS

- Gemisch aus Butan und Propan
- Einsatz hauptsächlich in PKWs und kleineren Lieferfahrzeugen



BUSBETRIEB MIT GAS

CO2 EMISSIONEN

- Fast kein Unterschied zum Fahrbetrieb mit Diesel

NOX EMISSIONEN

- Kaum Feinstaubemissionen
- 30%-80% NOX Reduktion

LÄRM

- Leichte Lärmreduktion im Vergleich zu Dieselnissen

KOSTEN

- Anschaffungskosten leicht höher als bei Dieselnissen
- Infrastrukturkosten: Tankstelle und Sicherheitsanpassungen
- Treibstoffkosten können etwa mit Diesel verglichen werden

WEITERES

- Vereinzelt gibt es Sicherheitsbedenken zum Einsatz von Gasbussen
- Niedrigeres Drehmoment – etwas langsamere Beschleunigung



clean fleets

purchasing clean public vehicles

BIOKRAFTSTOFF





BUSBETRIEB MIT BIODIESEL

AUS BIOMASSE HERGESTELLTER FLÜSSIGER ODER GASFÖRMIGER KRAFTSTOFF

ER BESTEHT AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

UNTERSCHIEDUNG ZWISCHEN VERSCHIEDENEN BIODIESELN JE NACH
ROHSTOFF, HERSTELLUNGSPROZESS UND PRODUKTIONSERGEBNIS

VERFÜGBARE BIODIESELN:

- Biogas
- Biodiesel
- Bioethanol (Nischenprodukt)
- BtL-Kraftstoffe (Nischenprodukt)



BIOGAS

EINSATZ IN GASBUSSEN – STATT ERDGAS

HERSTELLUNG AUS BIOMASSE, Z.B. AUS

- Biomassehaltigen Reststoffen, wie Bioabfall
- Speziell angebauten Energiepflanzen

CO2 EMISSIONEN

- Je nach Ausgangsmaterial (z.B. Abfälle) hohe CO2 Ersparnis

NOX EMISSIONEN

- Fast keine Feinstaubemissionen
- 30%-80% NOX Reduktion

KOSTEN

- Anschaffungskosten für Busse leicht höher als bei Dieseln
- Infrastrukturkosten: Tankstelle und Sicherheitsanpassungen
- Treibstoffkosten abhängig von lokaler Marktsituation

WEITERES

- Vereinzelt gibt es Sicherheitsbedenken zum Einsatz von Gasbussen
- Je nach Herkunft des eingesetzten Rohstoffs unterschiedliche Umweltauswirkung



BIODIESEL

KANN ÄHNLICH WIE AUS FOSSILEN QUELLEN GEWONNENER DIESELKRAFTSTOFF EINGESETZT WERDEN

**WIRD AUS PFLANZLICHEN ODER TIERISCHEN FETTEN UND ÖLEN HERGESTELLT
Z.B. AUS**

- Rapsöl
- Sojaöl
- Sonnenblumenöl

CO2 EMISSIONEN

- Ersparnis hängt von Rohstoffen und Produktionstechnik ab
- Hohe Ersparnis: Grünabfälle / Niedrige Ersparnis: Palmöl

NOX EMISSIONEN

- Hohe Feinstaubreduktion
- NOX: Leicht höherer Ausstoß als bei konventionellem Diesel

KOSTEN

- Keine höheren Anschaffungskosten für Busse



clean fleets

purchasing clean public vehicles

TROLLEYBUSSE



The sole responsibility for the content of this presentation lies with the Clean Fleets project. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.





TROLLEYBUSSE

ELEKTROBUSSE, DIE DEN FAHRSTROM AUS EINER OBERLEITUNG BEZIEHEN

MODERNE TROLLEYBUSSE SIND IN DER REGEL AUCH MIT KLEINEM ZUSATZMOTOR AUSGESTATTET (BATTERIE ODER DIESEL)

TROLLEYBUSSE HABEN DEN VORTEIL VON ELEKTROBUSSEN UND VERMEIDEN DIE MIT DEM EINSATZ VON BATTERIEN VERBUNDENEN NACHTEILE

GUT ENTWICKELTE TECHNOLOGIE, DIE SEIT ÜBER 100 JAHREN IM EINSATZ IST.



TROLLEYBUSSE

TREIBHAUSGASE

- Beim Betrieb mit Strom aus erneuerbaren Energien 95% Treibhausgasersparnis
- Beim Betrieb mit normalem Energiemix ca. 25% Ersparnis

NOX EMISSIONEN

- Trolleybusse verursachen keine Abgase
- Je nach dem wie der eingesetzte Strom erzeugt wird entstehen Emissionen

LÄRM

- Der Elektroantrieb verursacht kaum Geräuschemissionen

KOSTEN

- Hohe Infrastrukturkosten für den Bau der benötigten Oberleitung
- Geringere Energie- und Wartungskosten als bei Dieselnissen
- Hohe Kosten bei der Fahrzeugbeschaffung



clean fleets
purchasing clean public vehicles

HYBRIDBUSSE





DIESEL HYBRIDBUSSE

HYBRIDBUSSE SIND MIT ZWEI VERSCHIEDENEN ANTRIEBSSYSTEMEN AUSGESTATTET

BEIM DIESEL HYBRIDBUS IST DAS DIE KOMBINATION AUS ELEKTRO- UND VERBRENNUNGSMOTOR

DIE BATTERIE WIRD DABEI DURCH DEN VERBRENNUNGSMOTOR ODER / UND DURCH RÜCKFÜHRUNG VON BREMSENERGIE GELADEN

MAN UNTERSCHIEDET ZWISCHEN DEM SERIELLEN UND PARALLELEN HYBRID:

SERIELLER HYBRID

- Beide Antriebsarten greifen auf den gleichen Antriebsstrang zu

PARALLELER HYBRID

- Der Verbrennungsmotor treibt einen Generator an, das Fahrzeug wird durch Elektromotoren angetrieben



DIESEL HYBRIDBUSSE

KRAFTSTOFFERSPARNIS

- Die Ersparnis hängt vom Einsatz des Elektromotors ab
- Es können etwa zwischen 13% und 20% Dieselkraftstoff eingespart werden

NOX EMISSIONEN

- Reduktion hängt von der Kraftstoffersparnis ab

LÄRM

- Leichte Lärmreduktion im Vergleich zu Dieselnbussen

KOSTEN

- Anschaffungskosten deutlich höher als bei Dieselnbussen (ca. +50%)
- Leicht höhere Wartungskosten (u.a. wegen der Batterie)
- Es fallen keine direkten Infrastrukturkosten an



clean fleets
purchasing clean public vehicles

TECHNOLOGIEN IM ENTWICKLUNGSSTADIUM





clean fleets

purchasing clean public vehicles

HYBRIDBUSSE





GAS & ETHANOL HYBRIDBUSSE

BEIM GAS BZW. ETHANOL HYBRIDBUS WIRD DER GENERATOR FÜR DEN ELEKTROANTRIEB MIT BIOGAS ODER ETHANOL BETRIEBEN

DIE TECHNOLOGIE BEFINDET SICH IN DER ERPROBUNGSPHASE

ES GIBT ERFOLGREICHE PILOTPROJEKTE

**IN BARCELONA WURDE EIN BIOGAS HYBRIDBUS ERFOLGREICH GETESTET.
ES KONNTE 30% GAS EINGESPART WERDEN**

**IN STOCKHOLM WURDEN 6 ELEKTRO-ETHANOL ÜBERLANDBUSSE GETESTET.
ES KONNTE 15% ETHANOL EINGESPART WERDEN.**



PLUG-IN HYBRIDBUSSE

BEIM PLUG-IN HYBRID KANN DIE BATTERIE SOWOHL DURCH DEN VERBRENNUNGSMOTOR ALS AUCH DURCH EINE EXTERNE STROMQUELLE GELADEN WERDEN

DAS FAHRZEUG KANN ÜBERWIEGEND ELEKTRISCH BETRIEBEN WERDEN

DER MOTOR DIENST ZUR REICHWEITENVERLÄNGERUNG

DIE ENERGIE- UND EMISSIONSERSPARNIS HÄNGT VON DER FAHRTSTRECKE UND DEM EINGESETZTEN STROMMIX AB

MAN GEHT VON SEHR HOHEN EINSPARQUOTEN (75%-80%) AUS

DIE BUSSE BEFINDEN SICH IN DER ENTWICKLUNGSPHASE UND SIND NOCH NICHT IN SERIE ERHÄLTICH




clean fleets

purchasing clean public vehicles

ELEKTROBUSSE



The sole responsibility for the content of this presentation lies with the Clean Fleets project. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.





ELEKTROBUSSE

ELEKTROBUSSE WERDEN VON EINEM ELEKTROMOTOR ANGETRIEBEN, DER DIE ANTRIEBSENERGIE AUSSCHLIEßLICH AUS EINER BATTERIE BEZIEHT

LADESTATIONEN BEFINDEN SICH MEIST AN ENDHALTESTELLEN ODER AUF DEM BETRIEBSGELÄDE

JE NACH EINGESETZTEM STROMMIX KÖNNEN ELEKTROBUSSE ZU 100% EMISSIONSFREI BETRIEBEN WERDEN.

DIE BUSSE BEFINDEN SICH IN DER ENTWICKLUNGSPASE UND SIND NOCH NICHT IN SERIE ERHÄLTlich

IHR EINSATZ IST MIT KOSTEN FÜR DIE LADEINFRASTRUKTUR UND DIE BATTERIEN VERBUNDEN

EINSATZ HÄNGT VON DER REICHWEITE DER FAHRZEUGE AB

ES WIRD DAVON AUSGEGANGEN, DASS DIE TECHNOLOGIE IN NAHER ZUKUNFT SERIENREIF IST



clean fleets

purchasing clean public vehicles

WASSERSTOFFBUSSE





WASSERSTOFFBUSSE

**WASSERSTOFF KANN
IN EINEM VERBRENNUNGSMOTOR EINGESETZT WERDEN
ODER
IN EINER BRENNSTOFFZELLE IN ELEKTRISCHE ENERGIE UMGEWANDELT
WERDEN**

**DER WASSERSTOFFVERBRENNUNGSMOTOR ARBEITET WIE EIN ERDGASMOTOR
NACH DEM OTTOPRINZIP MIT FERNZÜNDUNG**

**IN DER BRENNSTOFFZELLE WIRD AUS WASSERSTOFF UND SAUERSTOFF
ELEKTRISCHE ENERGIE HERGESTELLT, MIT DER EIN ELEKTROMOTOR
ANGETRIEBEN WIRD**

DIE EINZIGE EMISSION EINES WASSERSTOFFBUSSES IST WASSERDAMPF

**DIE EMISSIONSREDUKTION HÄNGT DAVON AB, OB DER WASSERSTOFF MIT
PRIMÄRENERGIE AUS FOSSILEN QUELLEN ERZEUGT WURDE**

DIE TECHNOLOGIE BEFINDET SICH IM ENTWICKLUNGSSTADIUM



DIE ERPROBUNG NEUER TECHNOLOGIEN EIGNET SICH NICHT FÜR JEDES UNTERNEHMEN

IN DER ERPROBUNGSPHASE MUSS DAMIT GERECHNET WERDEN DASS

- Sehr hohe Anschaffungskosten anfallen
- In die Infrastruktur investiert werden muss
- Die Verfügbarkeit von Fahrzeugen aufgrund technischer Herausforderungen eingeschränkt ist

**ES IST JEDOCH EIN MUSS DIE TECHNOLOGIE- UND MARKTENTWICKLUNG ZU VERFOLGEN,
UM DEN ZEITPUNKT FÜR EINEN TECHNOLOGIEWECHSEL NICHT ZU VERPASSEN**

**ZUM ANDEREN KANN BEIM MANAGEMENT VON FLOTTEN MIT DIESELBUSSEN DARAUFG
GEACHT WERDEN, DASS ALTE BUSSE REGELMÄßIG AUSTETAUSCHT WERDEN**



clean fleets

purchasing clean public vehicles

EINSATZ VON DIESELBUSSEN





DIESELBUSSE– BEISPIEL VAG

VAG HAT 64 DIESELBUSSE IM EINSATZ

ES GIBT VERBINDLICHE VORGABEN IM HINBLICK AUF EMISSIONEN

BESTEHENDE FLOTTE: MINDESTENS EURO V

BEIM KAUF VON NEUEN BUSSEN: EURO VI

3 EURO III BUSSE WURDEN MIT SCRT-SYSTEM NACHGERÜSTET (EURO V)

**TEILNAHME AM CLEAN FLEETS PROJEKT BIETET MÖGLICHKEIT ZUM AUSTAUSCH
MIT ANDEREN UNTERNEHMEN DIE TESTREIHEN UND PILOTPROJEKTE
DURCHFÜHREN**



OPTIMIERUNG VORHANDENER BUSSE

AUCH EINE VORHANDENE FLOTTE KANN MIT TECHNISCHEN NACHRÜSTUNGEN UMWELTFREUNDLICHER GESTALTET WERDEN

- Gewichtsverringern: Einsatz von Materialien, die das Gesamtgewicht verringern
- Einsatz kleinerer Lichtmaschinen
- Wärmerückgewinnung aus dem Abgasstrom
- Optimierung des Antriebstrangs
- Start- Stop- Systeme
- Reifen mit geringem Widerstand und regelmäßige Reifendruckkontrolle
- Schulungen des Fahrpersonals
- Niedrigere Energietechnologien für verschiedene Bauteile (z.B. LED Beleuchtung)

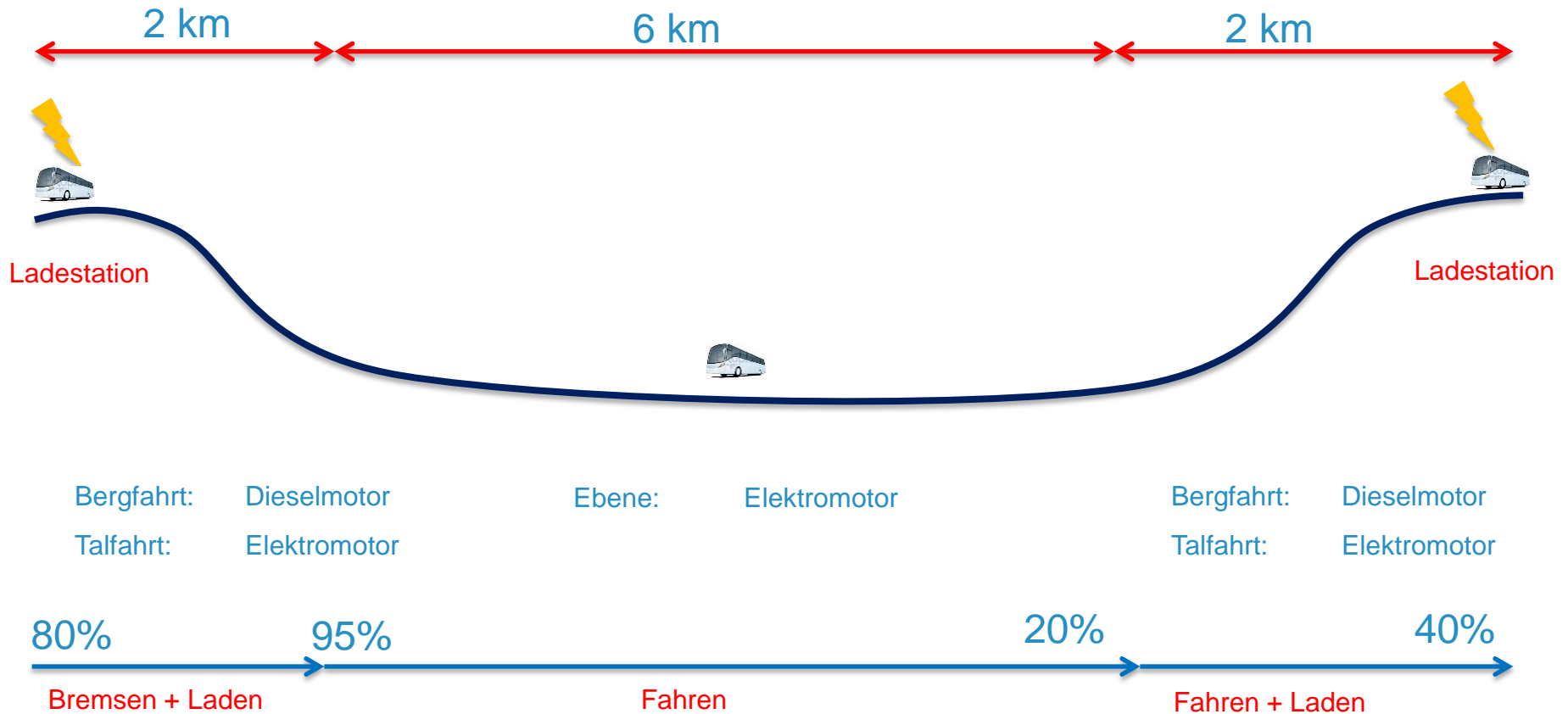


PRAXISBEISPIEL – PLUG - IN- HYBRIDBUS





PRAXISBEISPIEL – PLUG - IN- HYBRIDBUS





clean fleets
purchasing clean public vehicles

CLEAN FLEETS BUS REPORT

WWW.CLEANFLEETS.EU

