
Auf dem Weg zum Elektrobuss – Analyse der Lebenszykluskosten verschiedener Busantriebskonzepte

Prof. Dr. Ralph Pütz
Hochschule Landshut – Institut für Nutzfahrzeugtechnik

Clean Fleets – Stadtbusse in der Beschaffung
Bremen, 11. Dezember 2013

Treiber für die Weiterentwicklung von Antriebssystemen bei Linienbus-Verkehrssystemen

Wirtschaftlichkeit

- Geringe Investitions- und IH-Kosten
- Niedriger Kraftstoffverbrauch
- LCC-Optimierung der Fahrzeugkosten
- Umfangreiche automatisierte Diagnose
- Standardisierte Antriebskonzepte

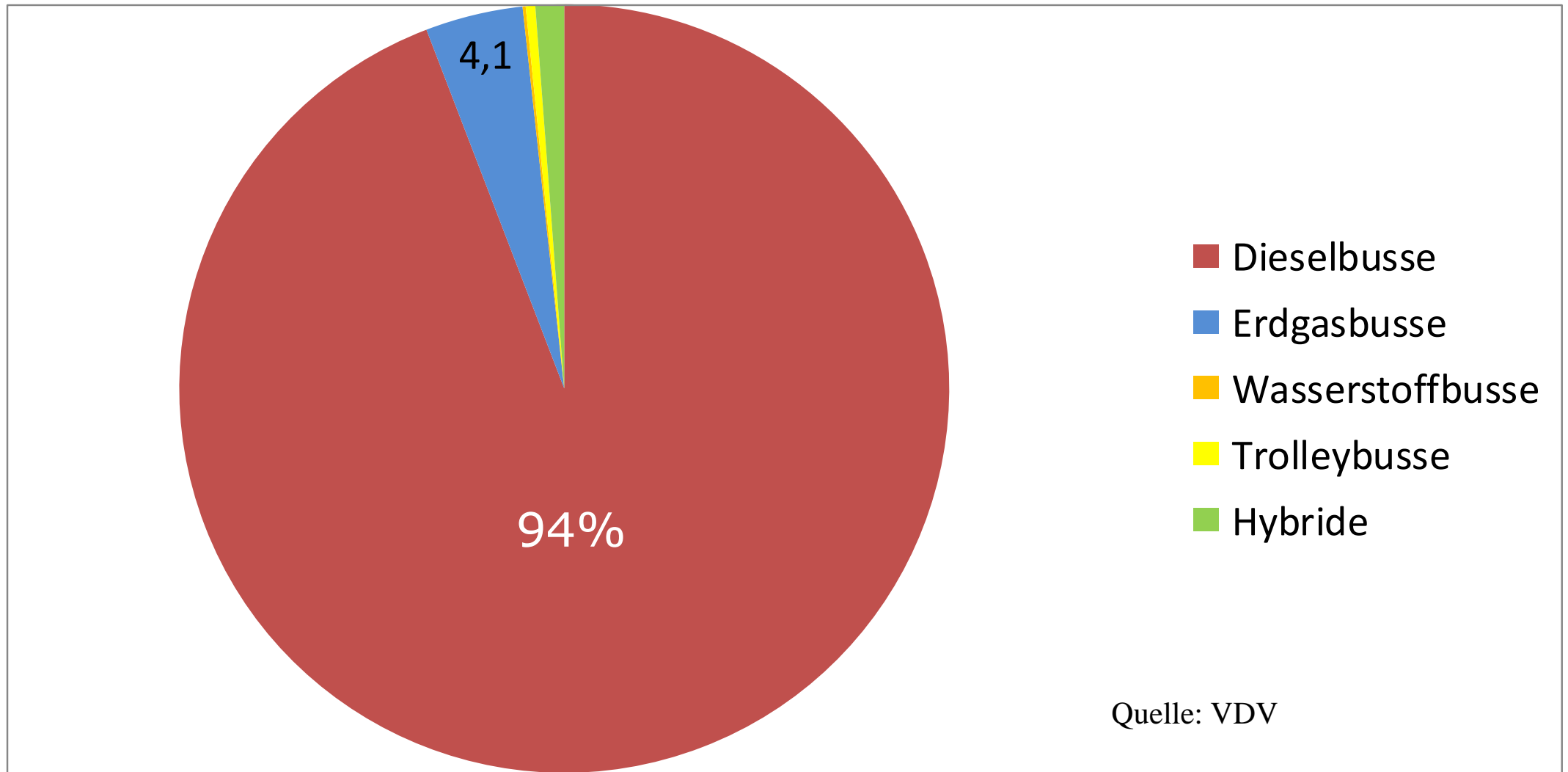
Ressourcenschonung

- Endlichkeit fossiler Energieträger
- Weltweit steigender Verbrauch
- Anstieg der Kraftstoffpreise
- Abhängigkeit von Kraftstoffimporten aus politisch instabilen Regionen

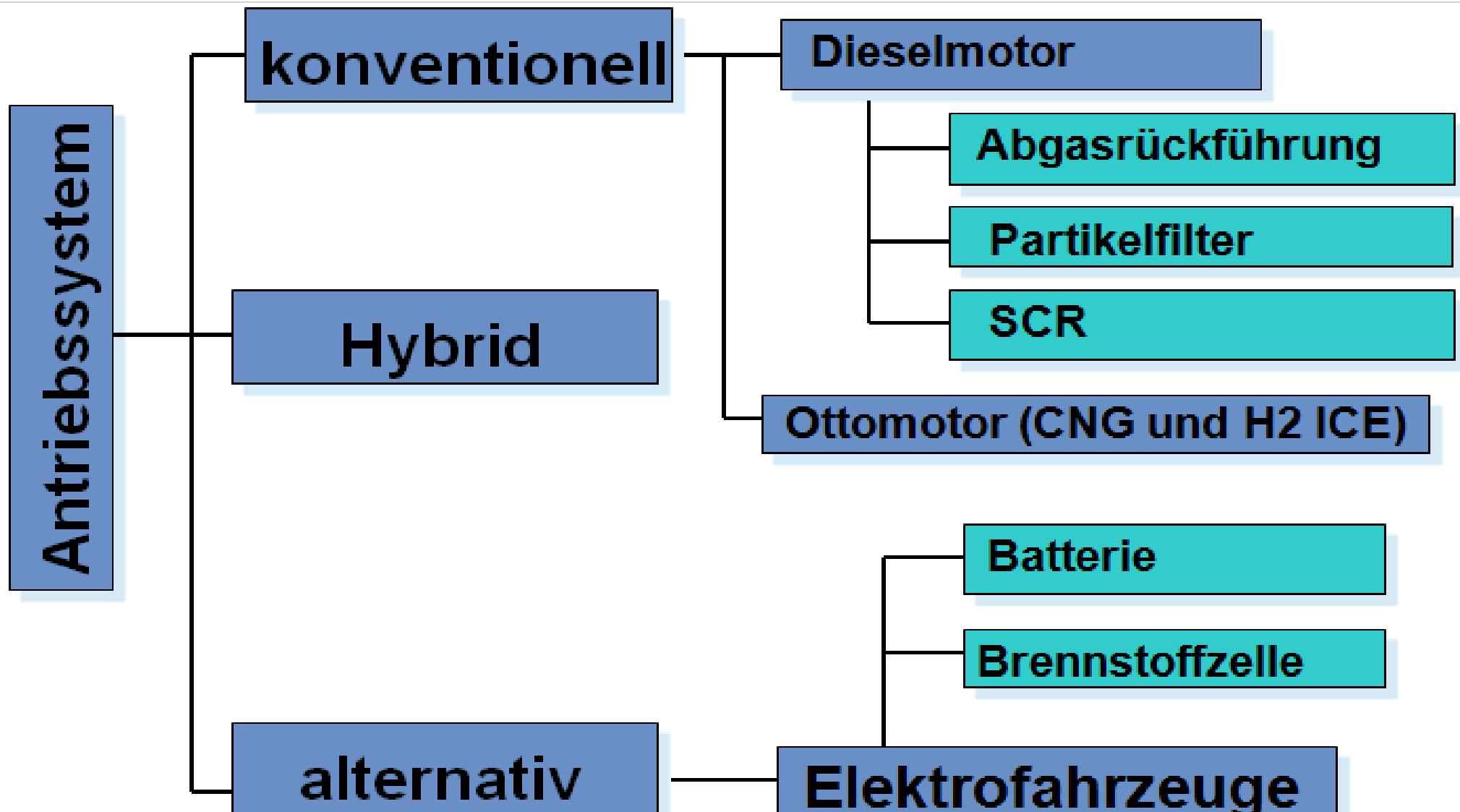
Umweltschutz

- Lokale Emissionen
- Globale Emissionen
- Geräuschemissionen

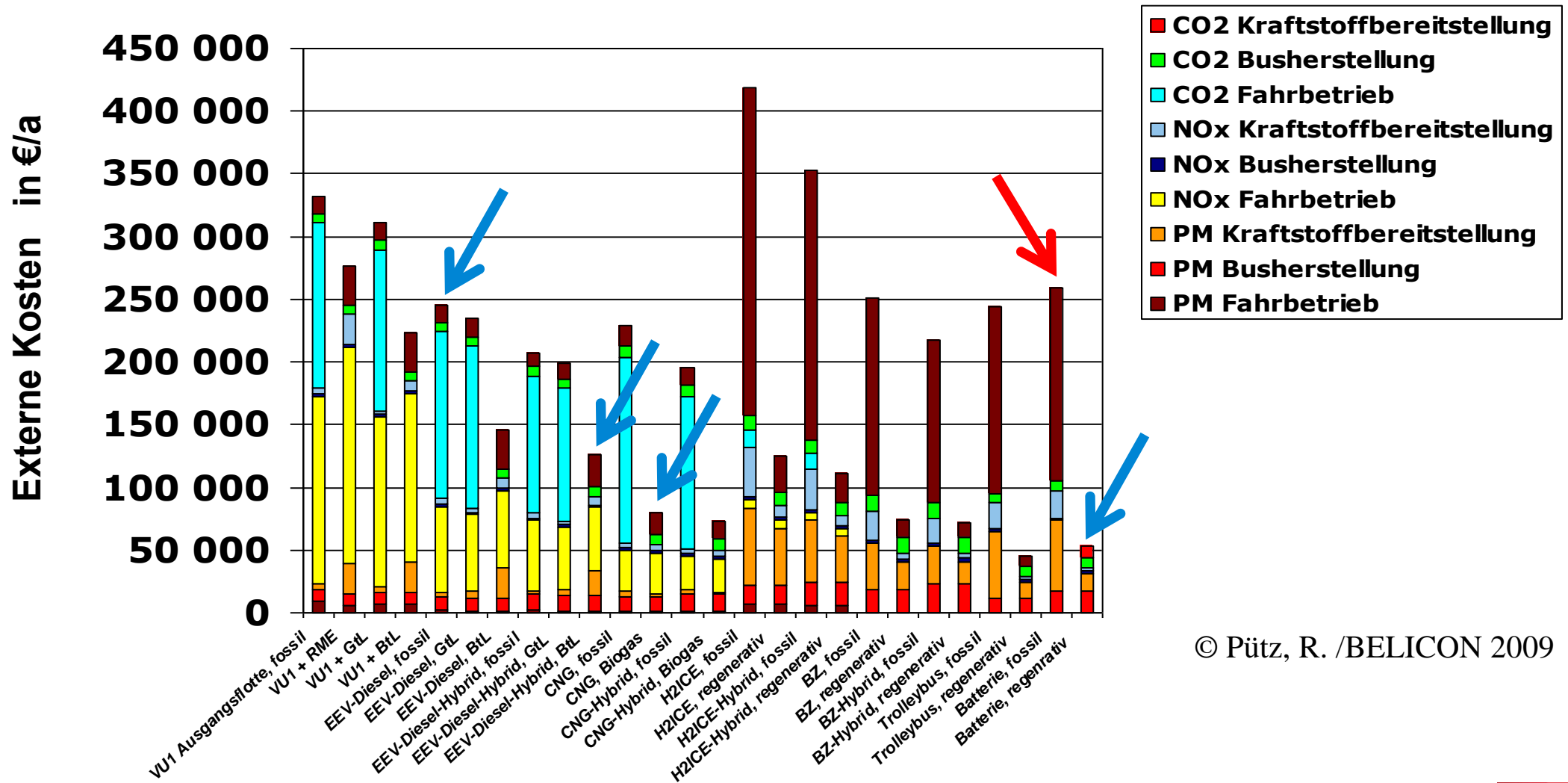
Antriebstechnologien in der deutschen Linienbusflotte (Stand: 05/2012)



Antriebssysteme für flexibel einsetzbare Linienbusse



Zusammenfassung der Umweltwirkungen: Systembezogene externe Kosten einer Busflotte mit 64 Bussen im gesamten Lebenszyklus (17 a)



© Pütz, R. /BELICON 2009

Auswahl zu vergleichender Antriebskonzepte und allgemeine Randbedingungen

- Dieselbus EEV
- Dieselbus EURO VI
- Diesel-Hybridbus EEV
- Batteriebus (Overnight) + Ersatzbatterie *)
- Batteriebus (Overnight) *)

*) Starke Einschränkungen in der Fahrgastkapazität

- Stadtverkehrsunternehmen
- Betriebsmuster: SORT 2
- Tägliche Fahrstrecke ohne Zwischentanken realisierbar
- Betriebliche Fahrzeugnutzungsdauer: 12 a
- Jährliche Fahrstrecke pro Bus: 60.000 km

LCC: Beispiel für die gesamten Kilometerkosten eines 12-m-Diesel-Solobusses im Stadtverkehr

VDV Mitteilungen
2315

Life Cycle Cost (LCC) bei Linienbussen
- Bewertungskriterien bei Ausschreibungen -

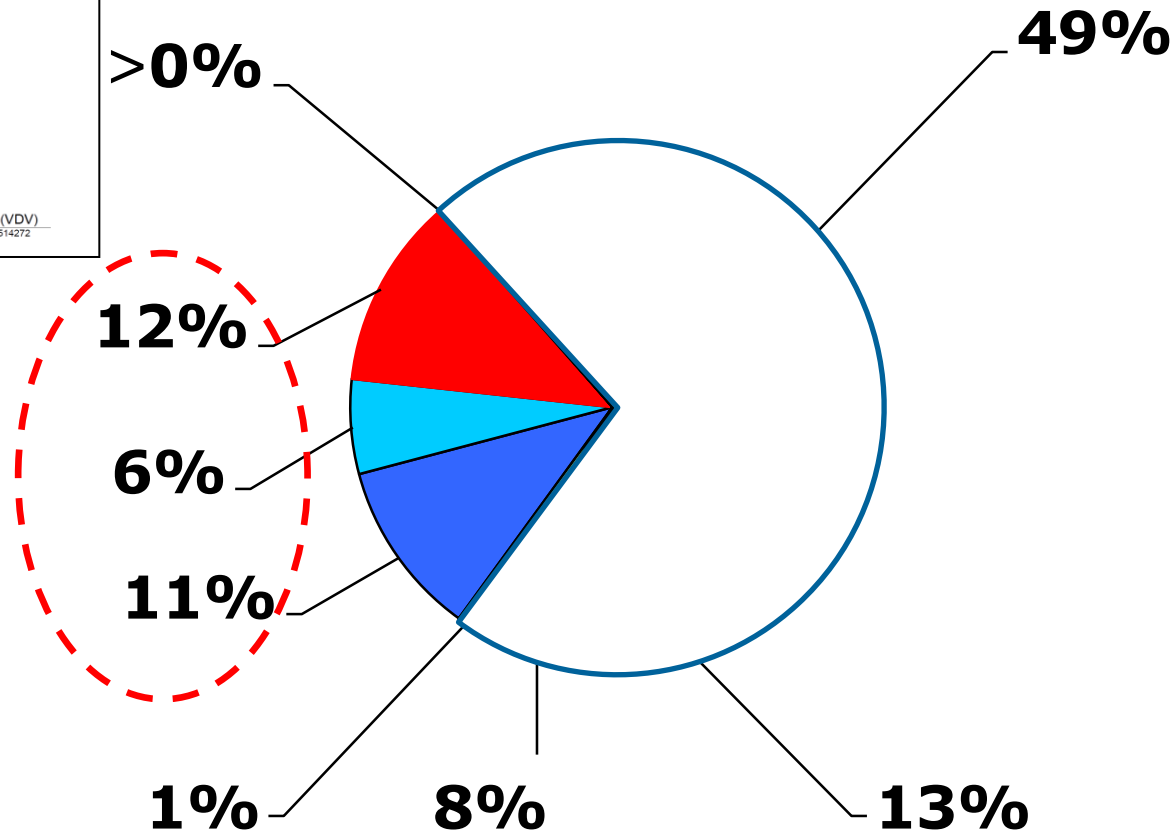
Entwurf: Juli 2009

Gesamtbearbeitung:
Ausschuss für Betriebsstoffe und Werkstätten
Ausschuss für Kraftfahrwesen

Sachbearbeitung:
Yusuf Demirkaya, Bremen
Heinrich Dörner, Regensburg
Jörg Giesecke, Dörmum
Karl-Heinz Kaminski, Kassel
Ralph Kier, Düsseldorf
Hans-Jörg Kuntz, Köln
Manfred Kutter, Basel
Ralph Pütz, Köln
Markus Schmitt (Düsseld.), Herten
Heinz-Jürgen Weber, Frankfurt am Main
Markus Wiedenmann, Stuttgart

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV)
Kamekestraße 37 - 39, 50672 Köln, Tel. 0221 57979-0, Fax: 514272

Fahrzeugkosten als Vergleichsbasis



- capital service
- maintenance
- fuel
- AdBlue
- driver
- other personnel
- other costs
- Nox
- NMHC
- Particle
- CO2

© Pütz, R. /BELICON 2010

BELICON GMBH
AN-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE NUTZFAHRZEUGFORSCHUNG

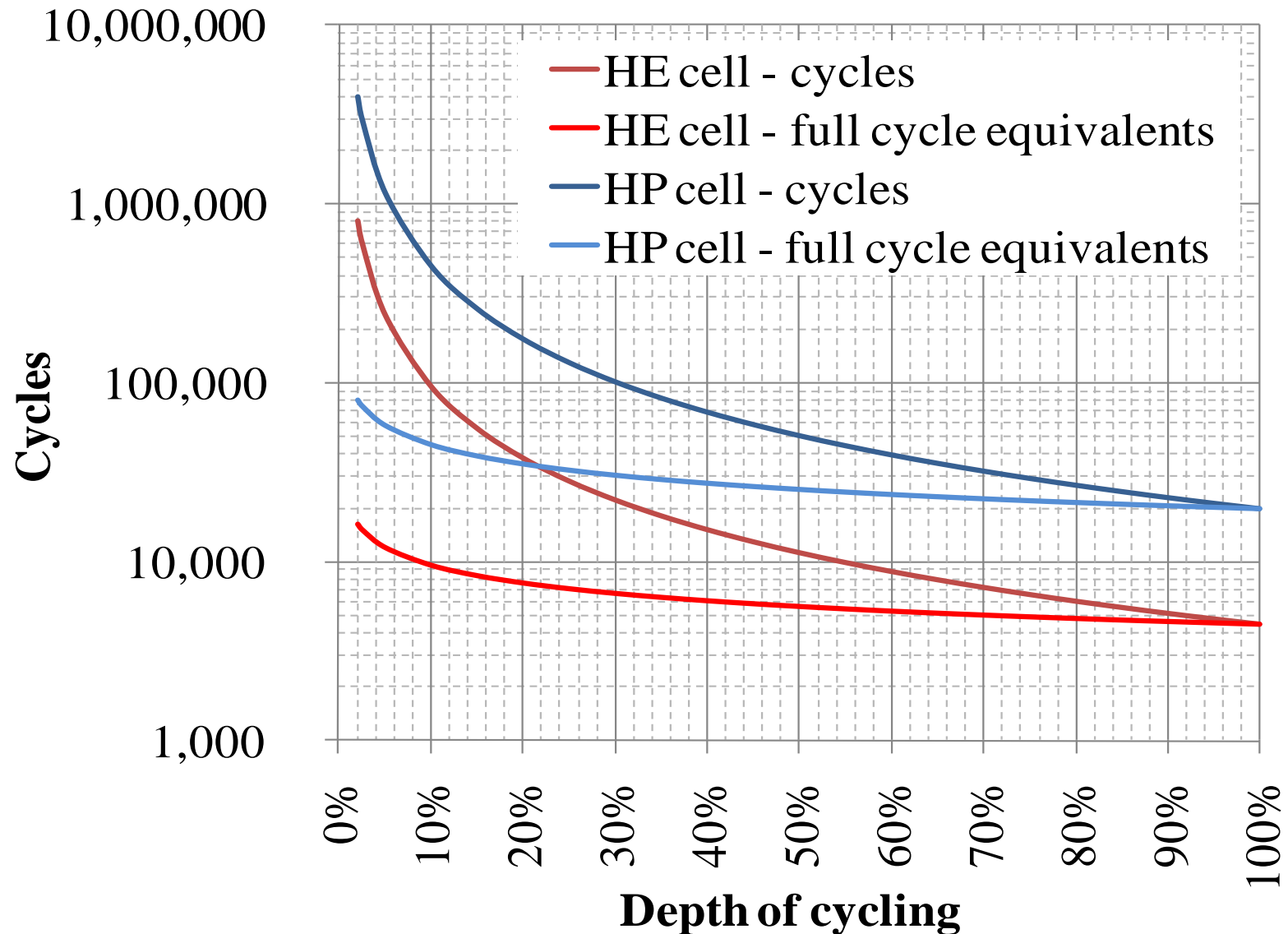
BEGUTACHTUNGEN ZU
EMISSIONS- UND ENERGIEBILANZEN IM
LEBENSZYKLUS VON VERKEHRSSYSTEMEN
INGENIEUR CONSULT

Kostenansatz für Vergleich der Antriebskonzepte (Sachstand: 12/2013)

Antriebskonzept	Kapitaldienst	Instandhaltung	Kraftstoff
Diesel EEV	225.000 €	13.000 €/Bus/a	41,2 l/100 km 1,10 €/l
Diesel EURO VI	240.000 €	13.500 €/Bus/a	38,8 l/100 km 1,10 €/l
Diesel-Hybrid EEV	300.000 €	16.000 €/Bus/a	35,0 l/100 km 1,10 €/l
Batteriebus (Overnight) + Ersatzbatterie	500.000 €	16.000 €/Bus/a (mit Engineering)	103 kWh/100 km 0,10 €/kWh
Batteriebus (Overnight)	410.000 €	16.000 €/Bus/a (mit Engineering)	103 kWh/100 km 0,10 €/kWh

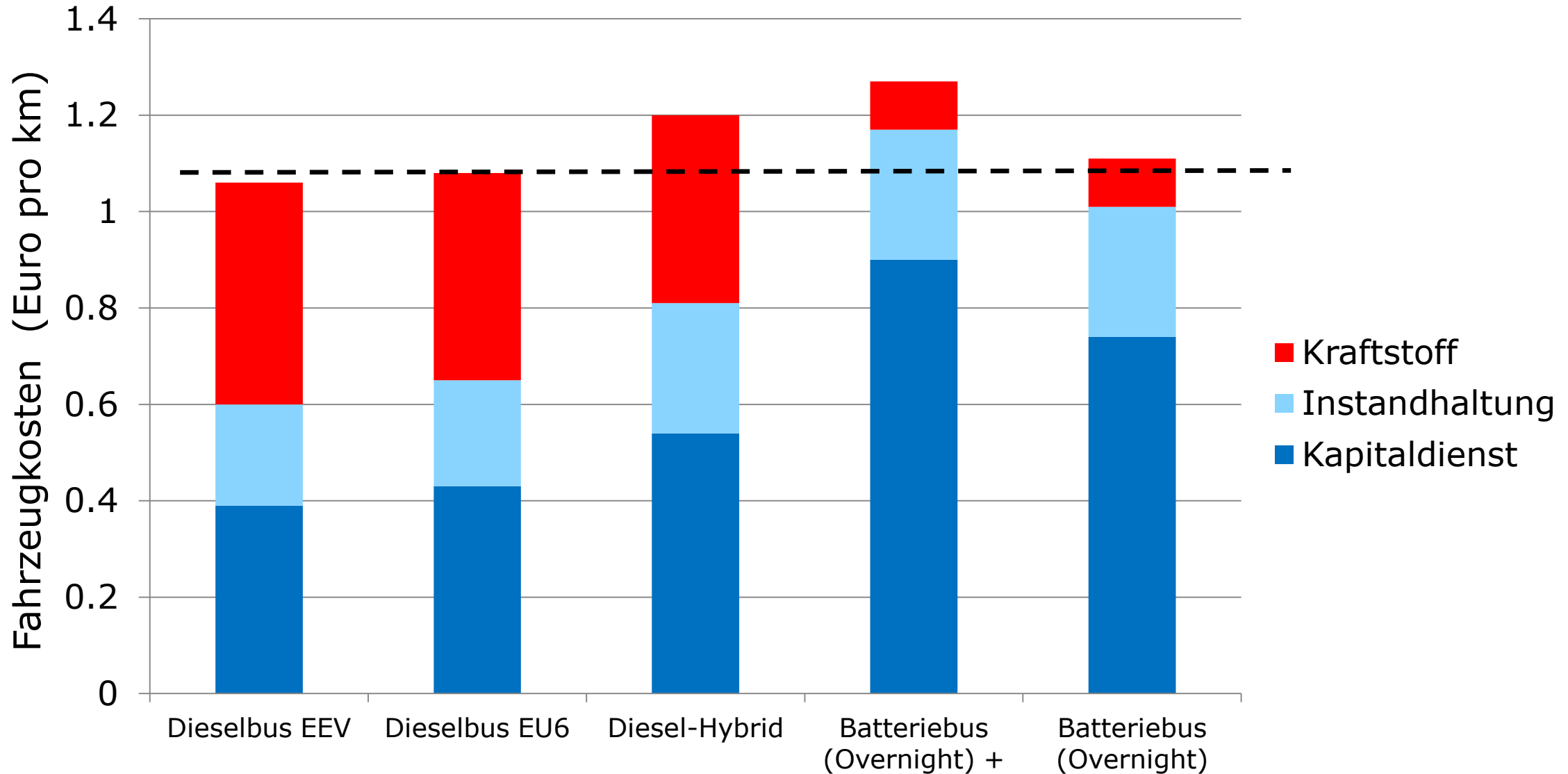
© Pütz, R. /BELICON 2013

Battery Life highly dependent on Charge/Discharge Capacity



Source: Sinhuber, P. / RWTH, 2010

Ergebnis: Vergleich der Fahrzeugkosten im Lebenszyklus über 12 a (Stand: 12/2013)



© Pütz, R. /BELICON 2013

BELICON GMBH
AN-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE NUTZFAHRZEUGFORSCHUNG

BEGUTACHTUNGEN ZU
 EMISSIONS- UND ENERGIEBILANZEN IM
 LEBENSZYKLUS VON VERKEHRSSYSTEMEN
 INGENIEUR CONSULT

