
Quo vadis Linienbus-Elektromobilität?

Dr.-Ing. Ralph Pütz
Verband Deutscher Verkehrsunternehmen VDV

Neue Horizonte im Stadtverkehr
Innovative E-Bus-Systeme für attraktive Städte
Luzern, 30. November/01. Dezember 2010

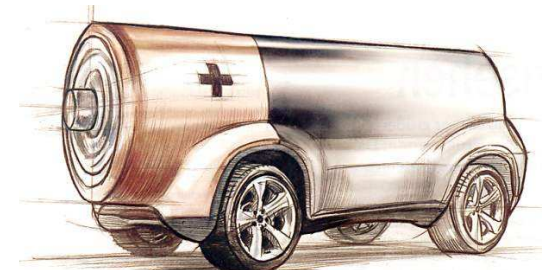
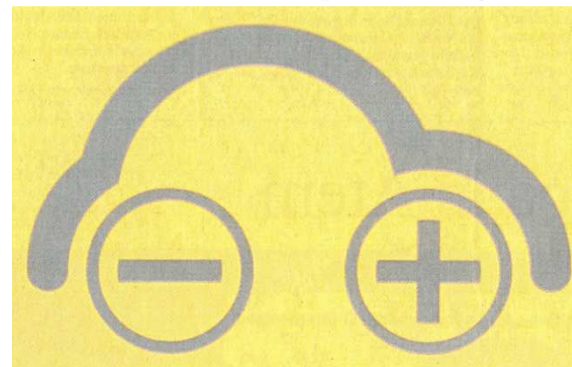
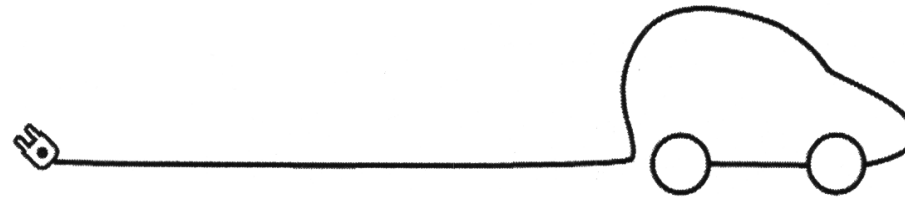
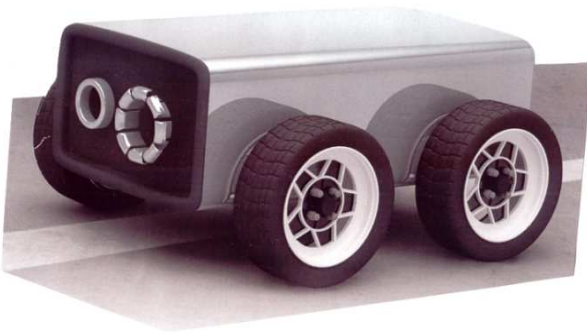
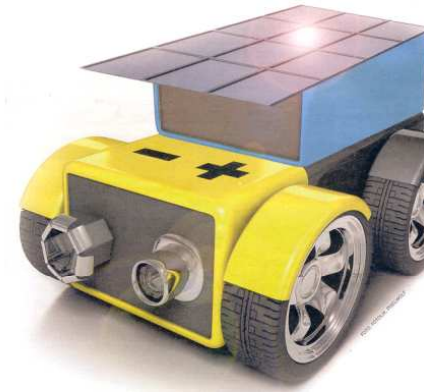
Inhaltsübersicht

1. Warum Elektromobilität?
2. Was ist Elektromobilität?
3. Wie geht es weiter mit der Batterieelektromobilität?

Teil 1:

Warum Elektromobilität?

Das Zeitalter der Elektromobilität beginnt



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

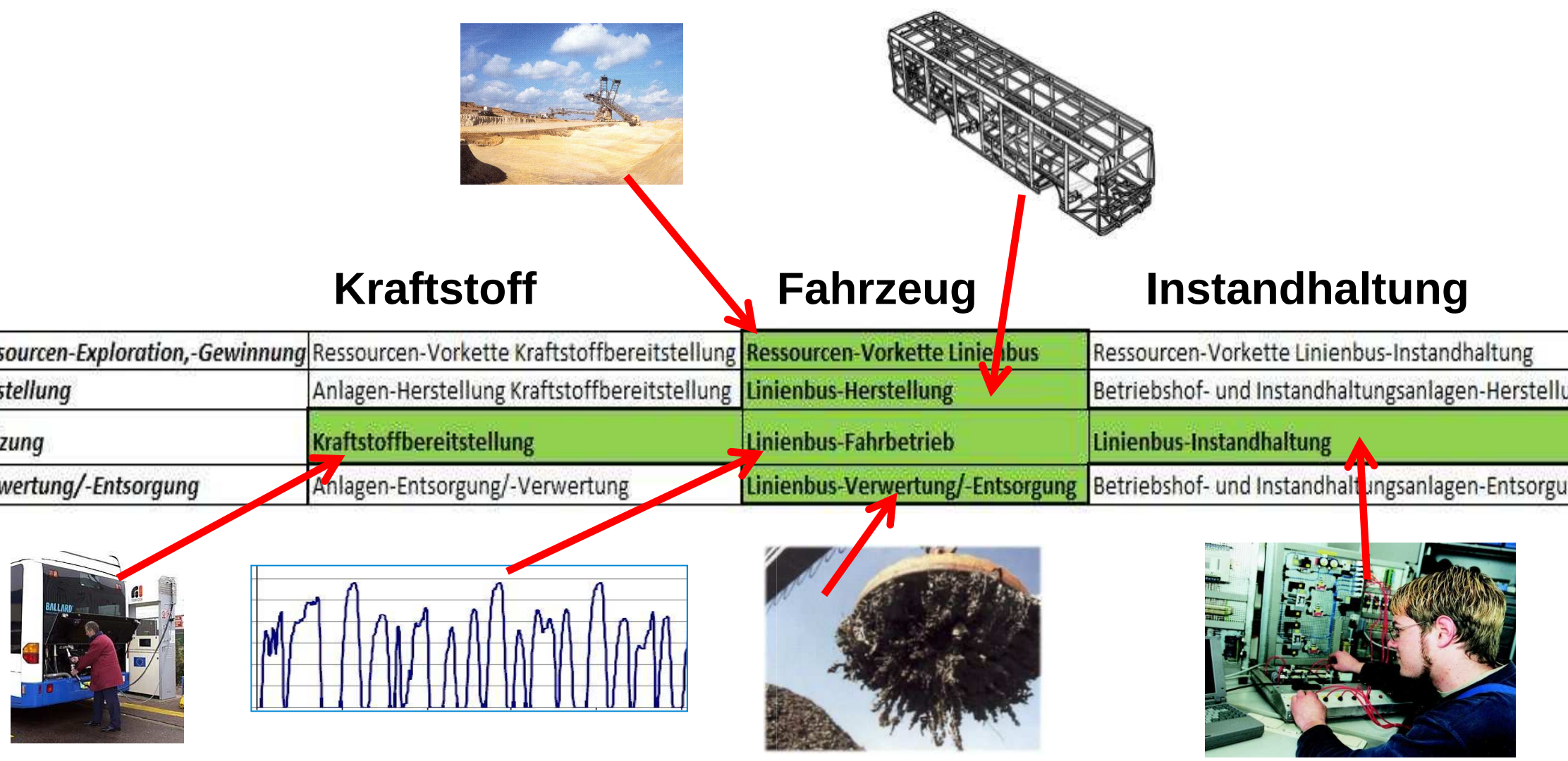
Ressourcenschonung

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

Umweltschutz

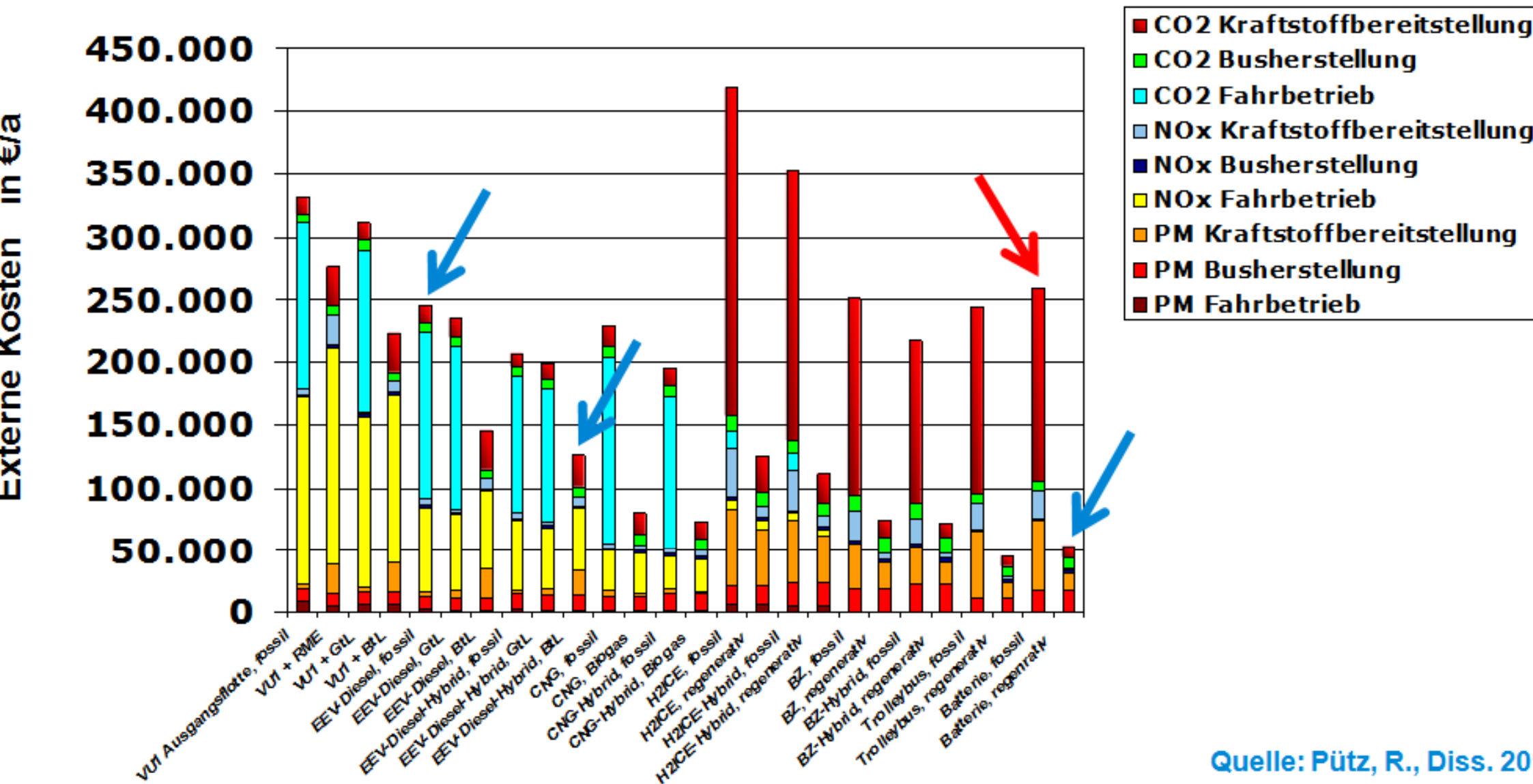
- Lokale Emissionen
- Globale Emissionen
- Geräuschemissionen

Ökologischer Systemansatz „Linienbus“ mit Subsystemen



Zusammenfassung der Umweltwirkungen:

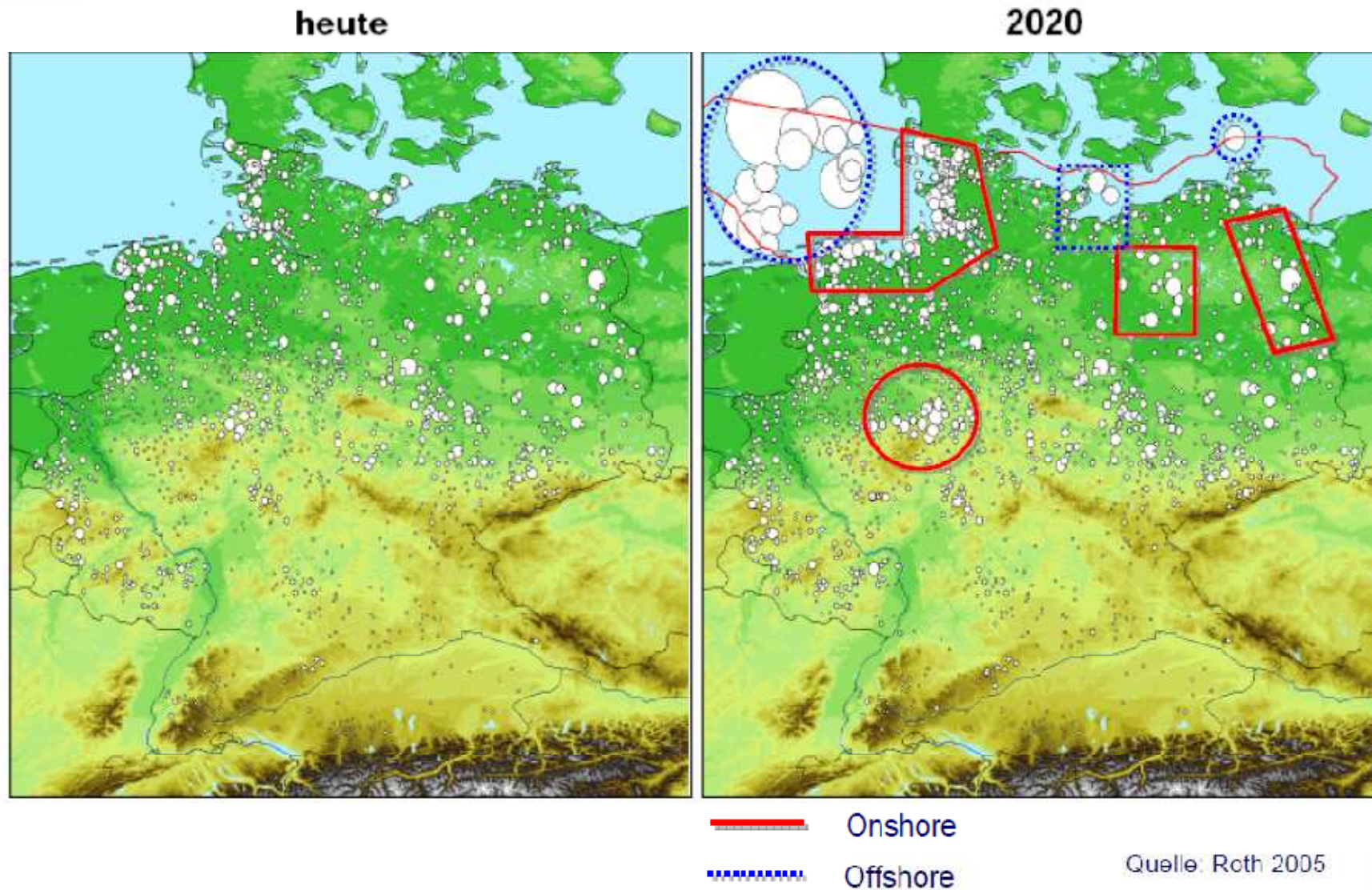
Systembezogene externe Kosten einer Busflotte mit 64 Bussen im gesamten Lebenszyklus (17 a)



Quelle: Pütz, R., Diss. 20

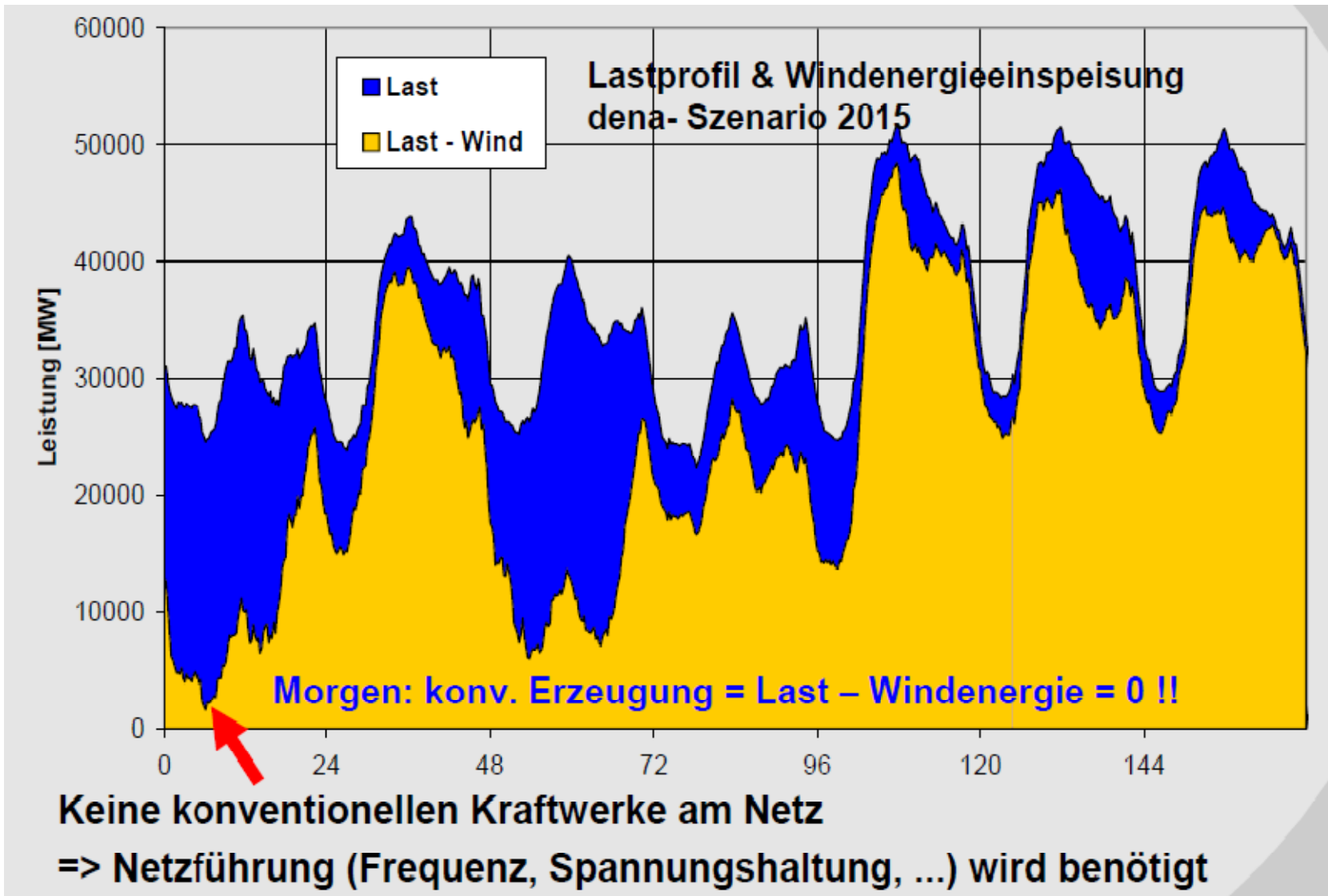


Ausblick Windenergiestandorte



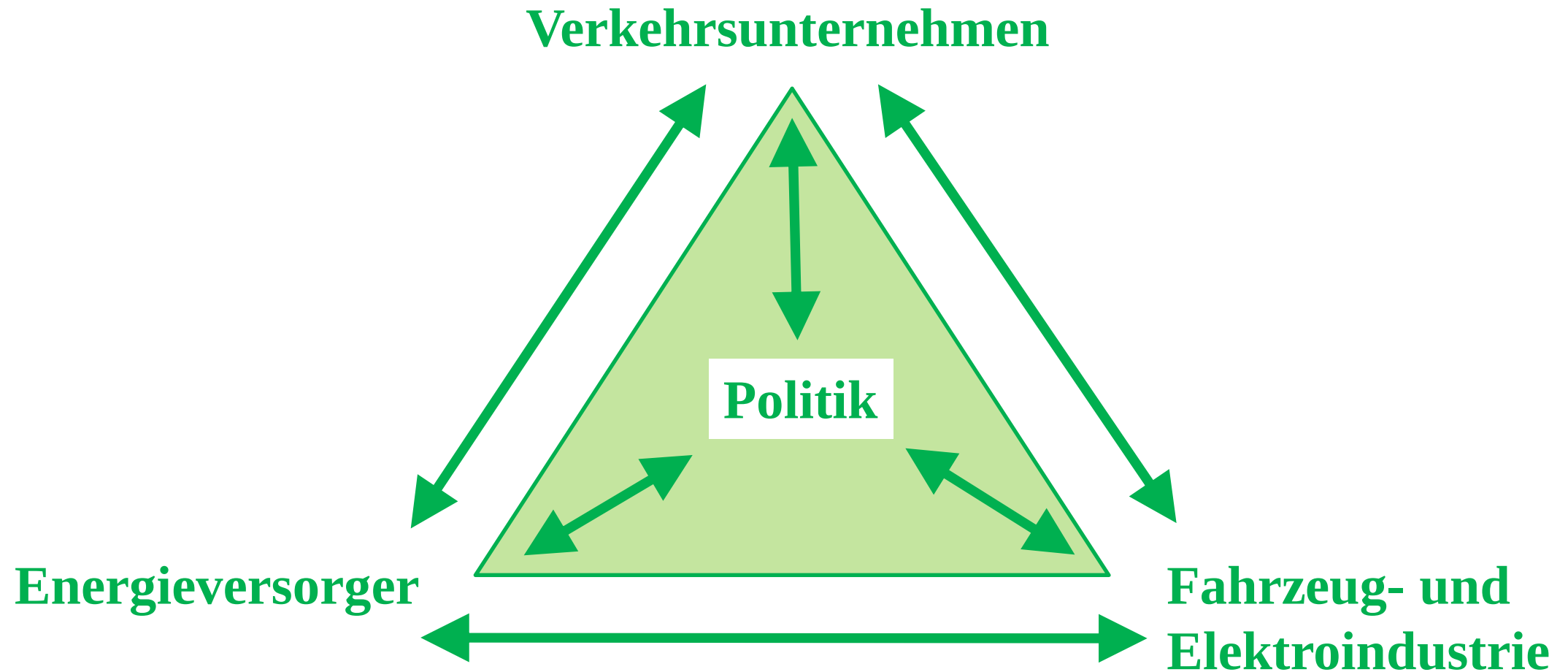
Quelle: Prof. Dr.-Ing. Jochen Tewes, Vortrag: Der Beitrag zur Windenergie zu einer nachhaltigen Energieversorgung – Optionen zu einer Verbesserung der Integration ins Stromnetz

Herausforderung bei der Netzintegration von Windenergie (Szenario)



Quelle: Vortrag »Die Rolle der Energiemeteorologie bei der Netzintegration«, Arne Wessel, ISET

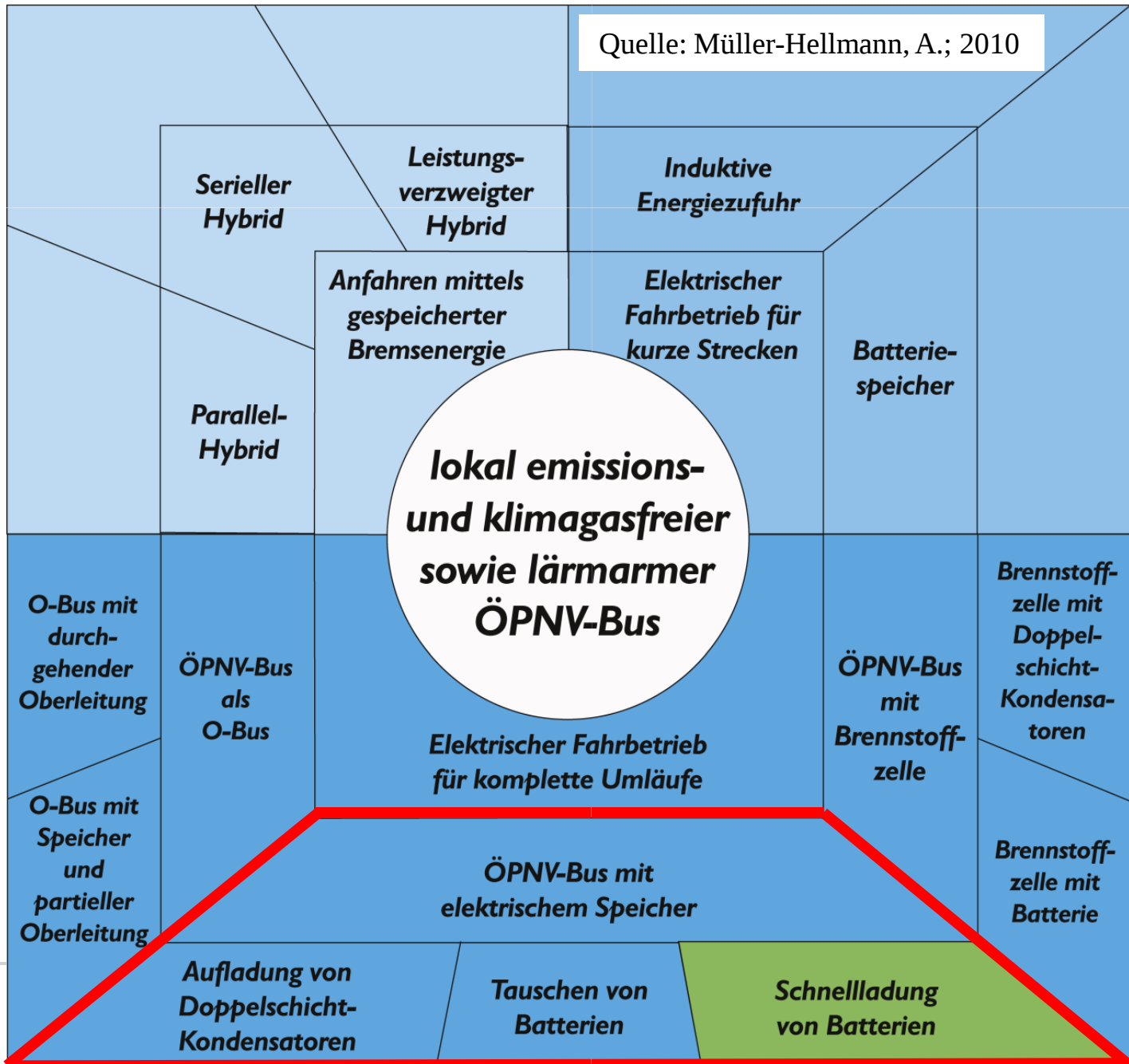
Die Partnerschaft der Stakeholder beschleunigt den Paradigmenwechsel hin zur Elektromobilität



Teil 2:

Was ist Elektromobilität?

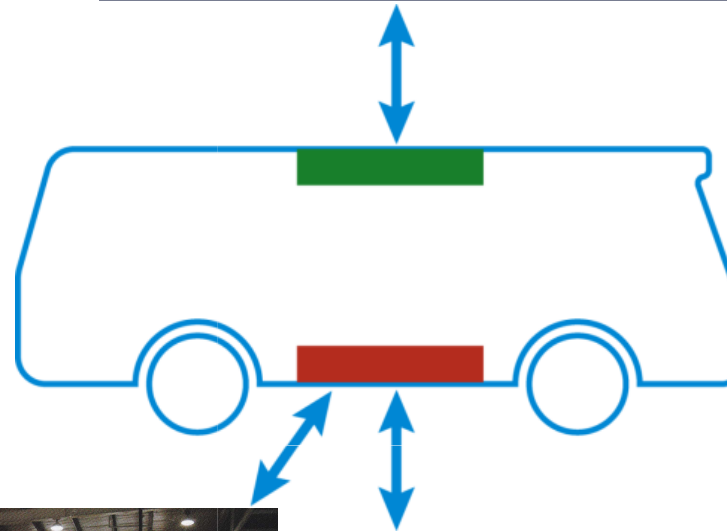
Elektromobilität: Rein elektrisches Fahren mit ÖPNV-Bussen



Option 1: Aufladung von Ultracaps an Ladestationen in jeder Haltestelle (Shanghai)



Option 2: Batteriewechsel



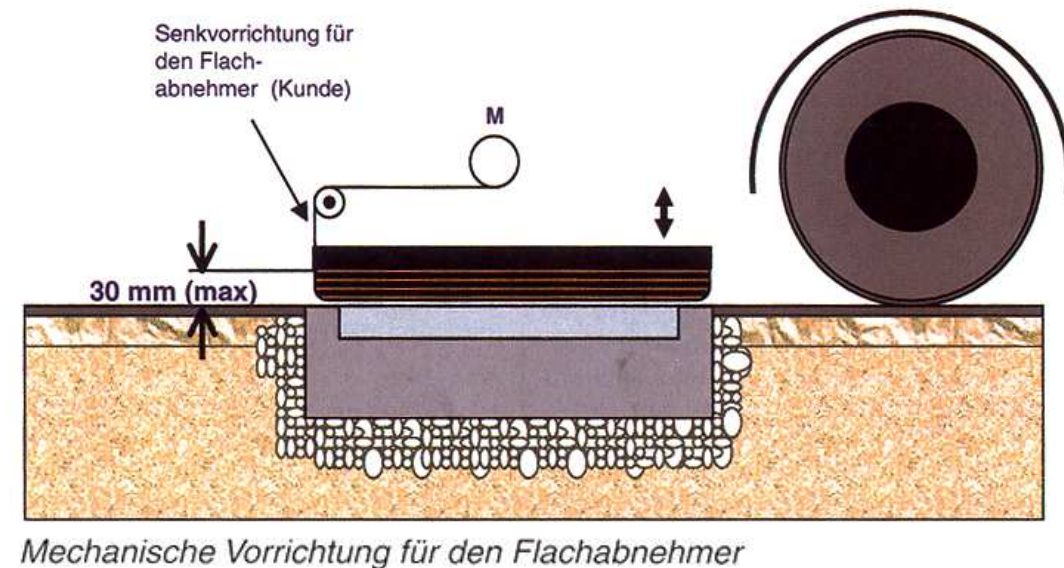
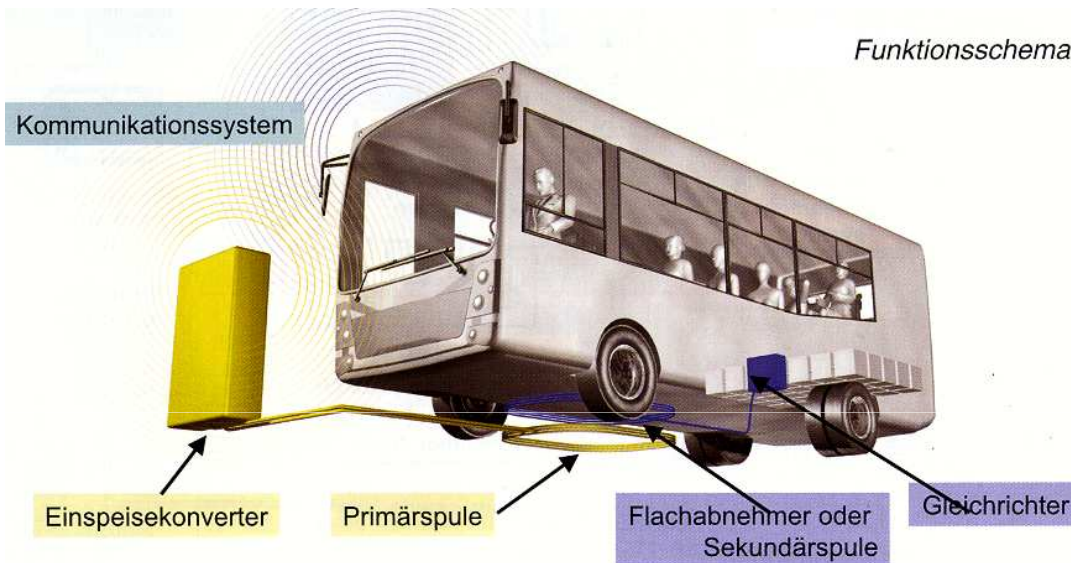
Option 3: Induktive Batterieladung

Michael Staudinger, Weil am Rhein

Perspektive für Elektrobusse: Batterien berührungslos laden

Induktive Energieübertragung verschafft
batteriebetriebenen Bussen neue Einsatzmöglichkeiten

Funktionsschema



Quelle: Der Nahverkehr 2003, Heft 12, S. 28-31

Option 4: Hochstromladung (auch über partielle Oberleitung)

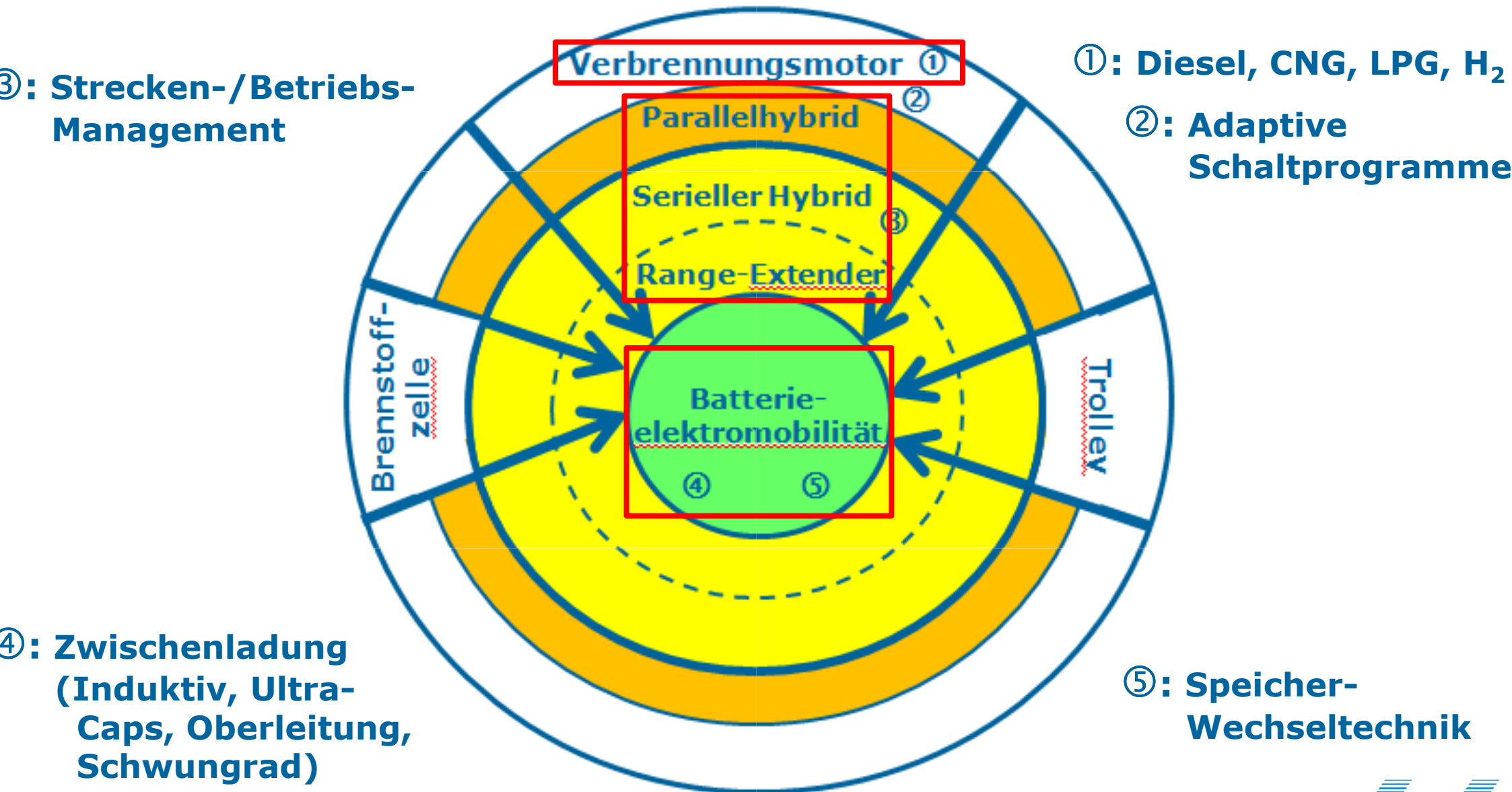


Abkopplungsvorrichtung

Schienensystem	4polig (Plus, Minus, Schutzleiter, Steuerleiter, 500 V/ 500 A, 1,8 m lang, Standankopplung) Höhe 4,25 m vollisoliert, nach Abkopplung automatisch spannungslos
Stromabnehmer	4polig, mit Schutzleiterüberwachung Länge des Auslegers 2,3 m Betätigung pneumatisch mit Federkraftunterstützung, Fernbedienung vom Fahrerplatz Gewicht ca. 125 kg

Quelle: Erweiterter Elektrobus-Einsatz in Düsseldorf, DER STADTVERKEHR, Heft 8/1982, S. 299-302

Technologie-Wettbewerb hin zur Zielvorstellung „Batterieelektromobilität“

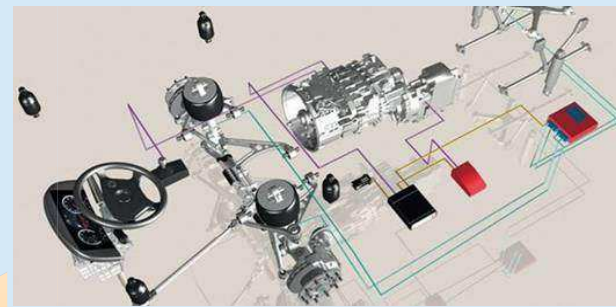


Teil 3:

Wie geht es weiter mit der
Batterieelektromobilität?

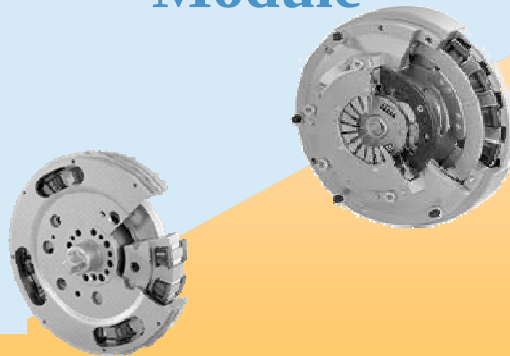
Synergien bei der Komponentenentwicklung auf dem Weg zur Elektromobilität

Reine
Elektromobilität

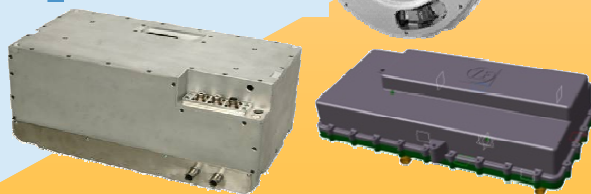


Hybrid-Systeme

Hybrid-
Module



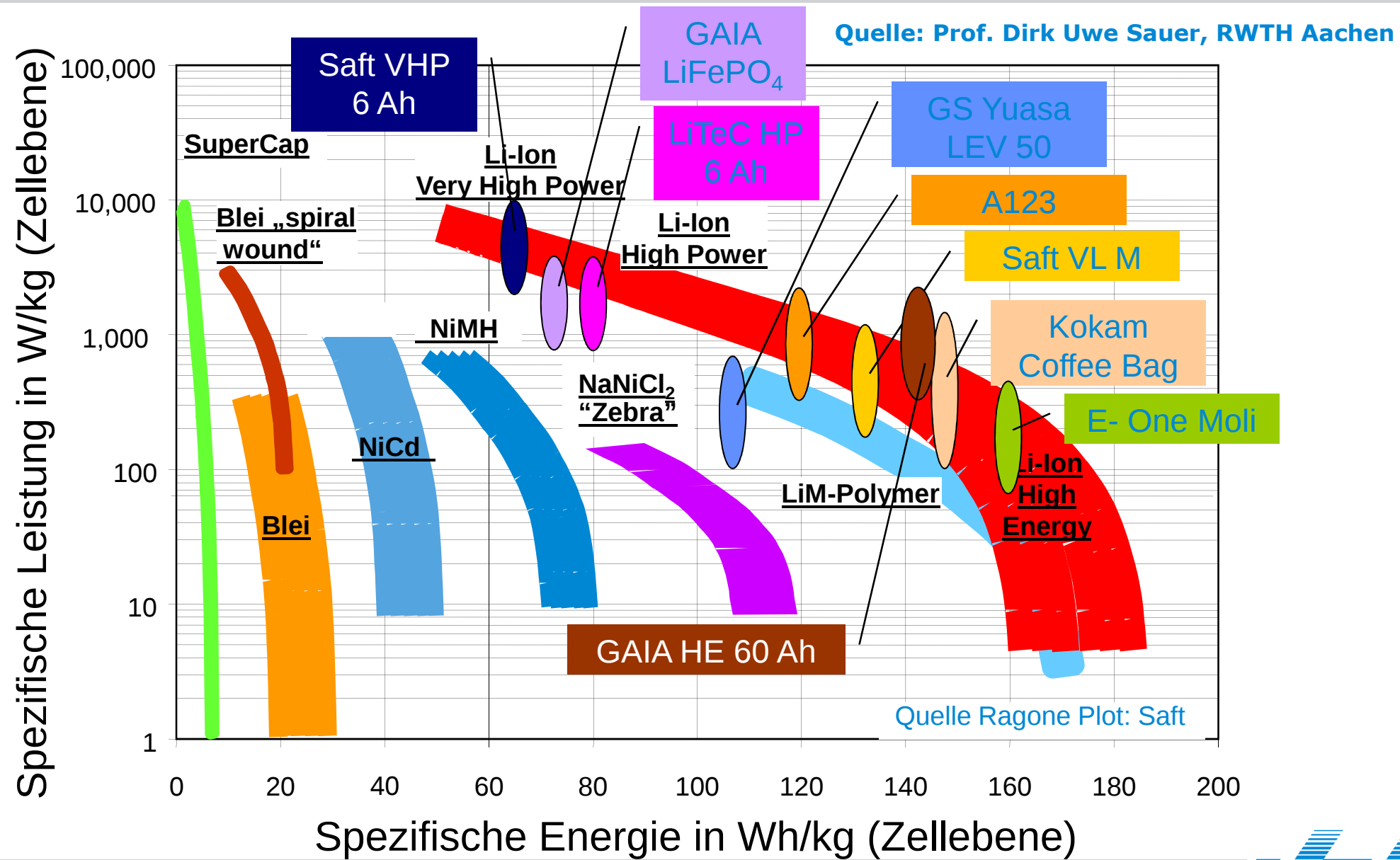
Komponenten



Quelle: ZF, 2009

Gravimetrische Leistungsdichte vs. Energiedichte

(Leistungs- und Energiedichten spezifischer Produkte aus Datenblättern und eigenen Messungen)



Potenziale unterschiedlicher Kathodenmaterialien

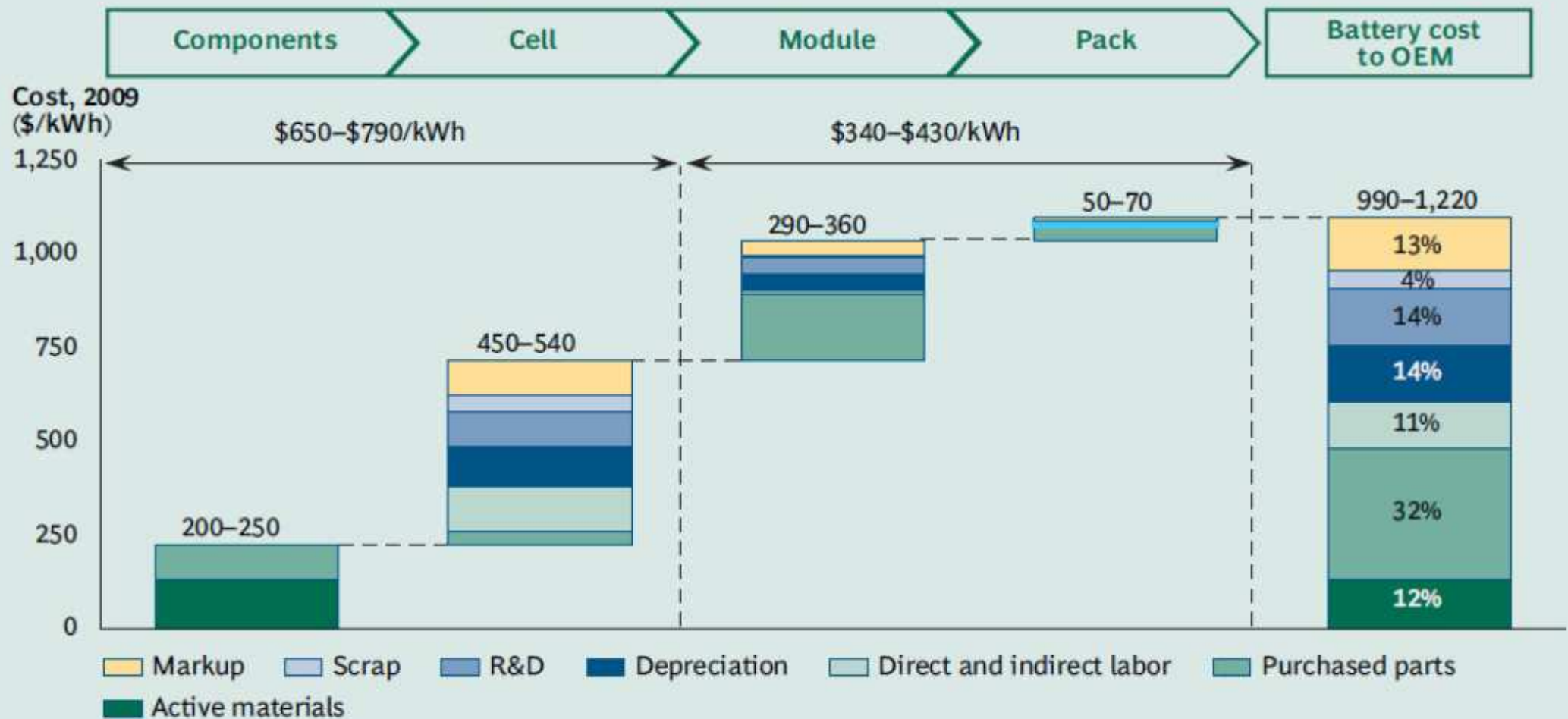
Material	Energie-dichte	Leistungs-dichte	Sicherheit	Stabilität	Kosten pro Ah
LCO LiCoO ₂					
NCA LiNi _{0,80} Co _{0,15} Al _{0,05} O ₂					
NMC LiNi _{0,33} Mn _{0,33} Co _{0,33} O ₂					
LMO LiMn ₂ O ₄					
LFP LiFePO ₄					

Sehr gut Sehr schlecht

Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)



Zusammensetzung der heutigen Batteriekosten (Kosten für OEMs)

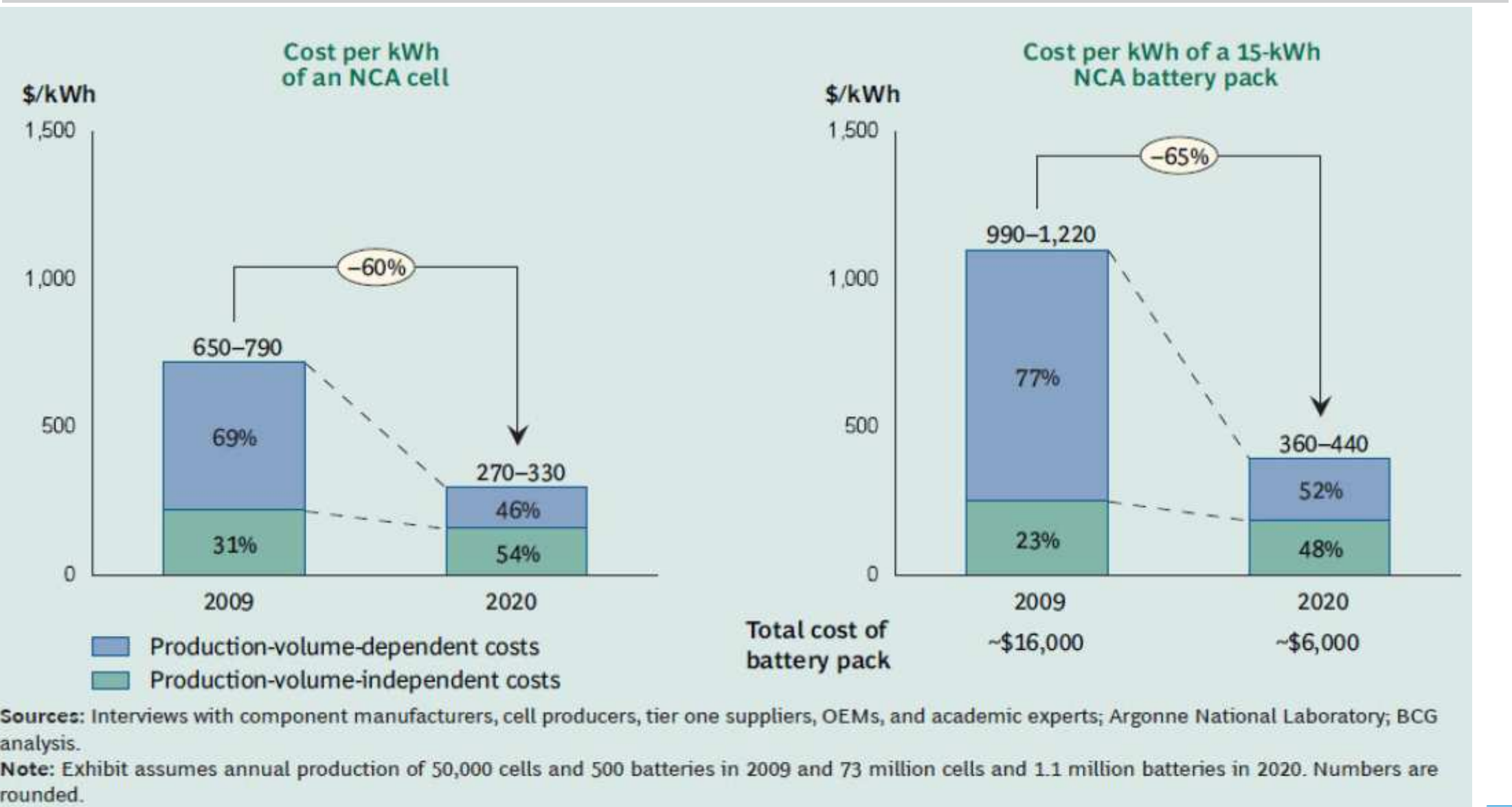


Sources: Interviews with component manufacturers, cell producers, tier one suppliers, OEMs, and academic experts; Argonne National Laboratory; BCG analysis.

Note: Exhibit shows the nominal capacity cost of a 15-kWh NCA battery and assumes annual production of 50,000 cells and 500 batteries, as well as a 10 percent scrap rate at the cell level and a 2 percent scrap rate at the module level. Numbers are rounded.

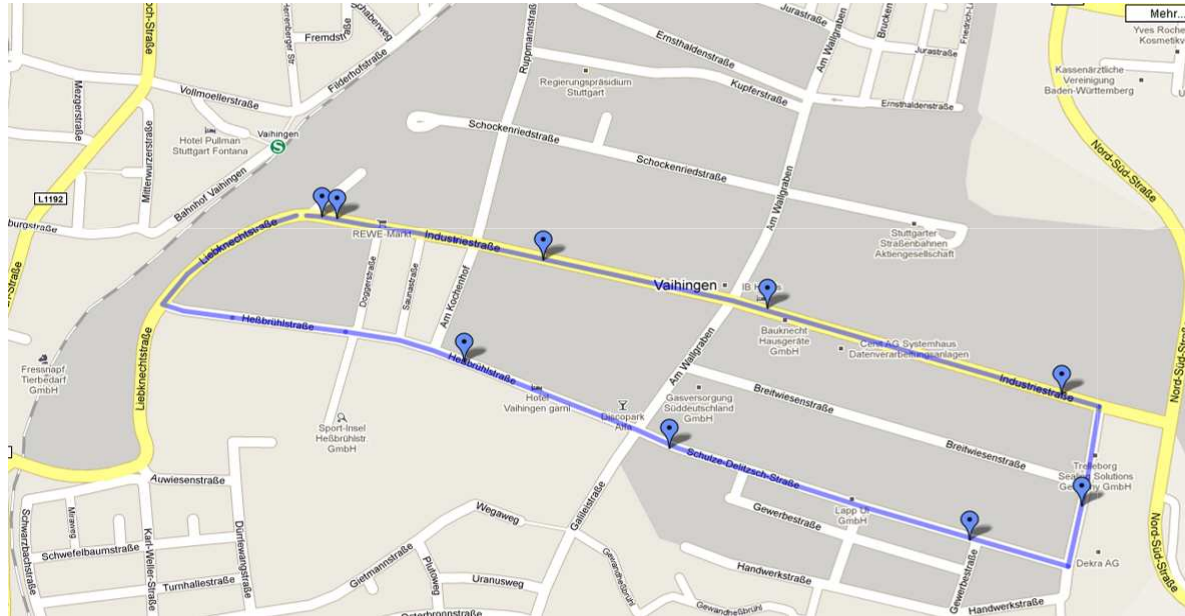
Quelle: Dinger, A.; Boston Consulting Group, 2010

Erwartete Degression der Batteriekosten bis zum Jahr 2020: rund 60%

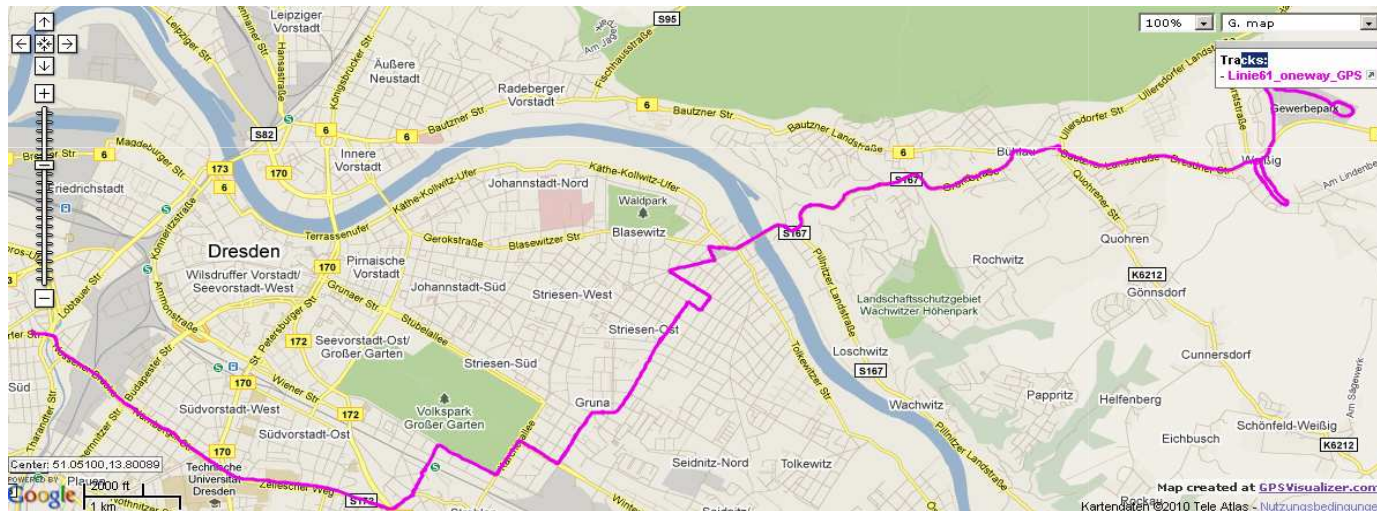


Quelle: Dinger, A.; Boston Consulting Group, 2010

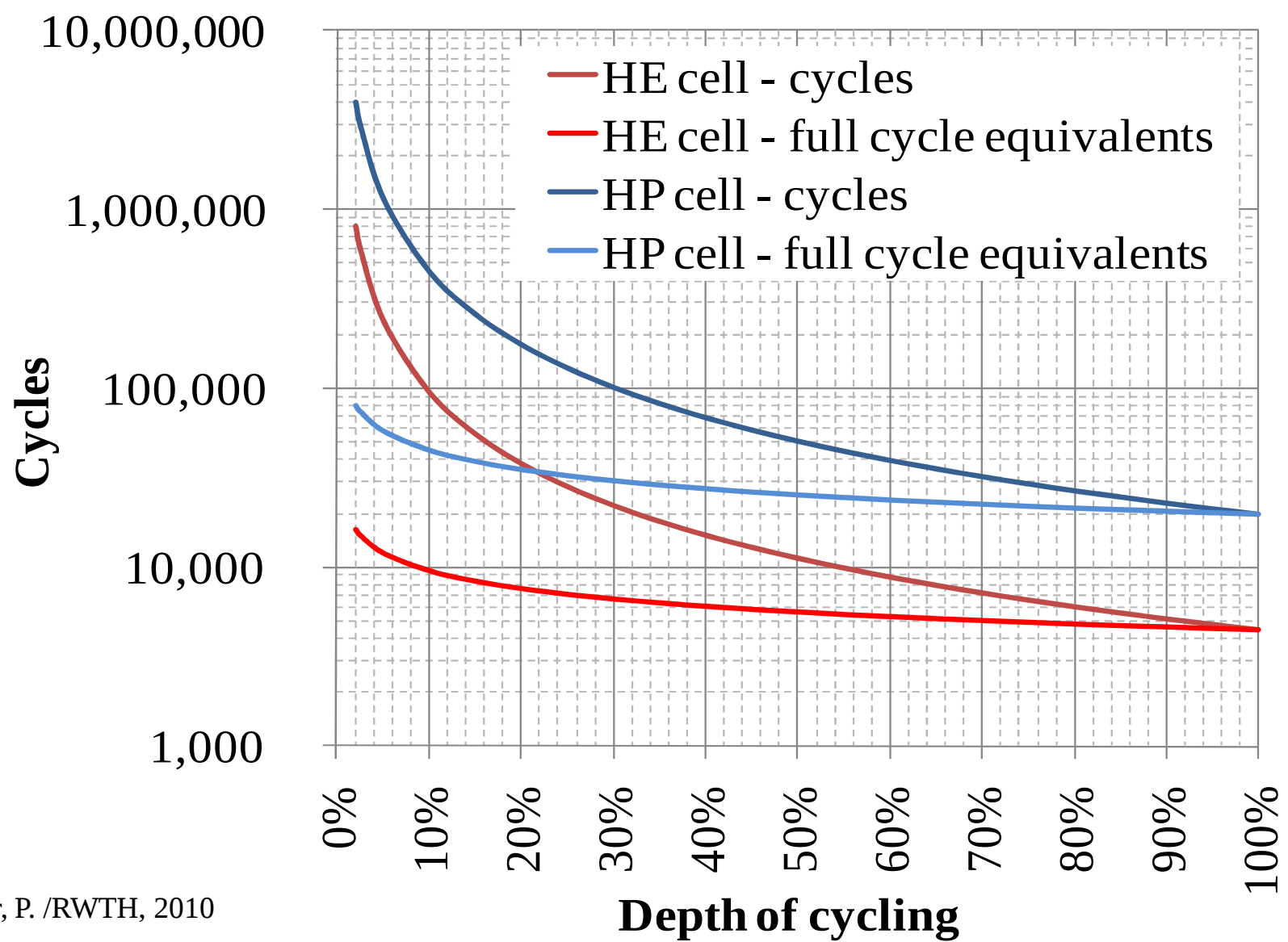
Next Step: Nachweis, dass mit Batteriebussen ein ÖPNV ohne Einschränkung gegenüber Dieselbussen möglich ist



- Individuelle Empfehlungen je Verkehrsunternehmen und Linie für**
- Batterietyp (HP/HE)
 - Lade-/Entladehub
 - Modulzahl
 - Lade-/Wechseltechnik



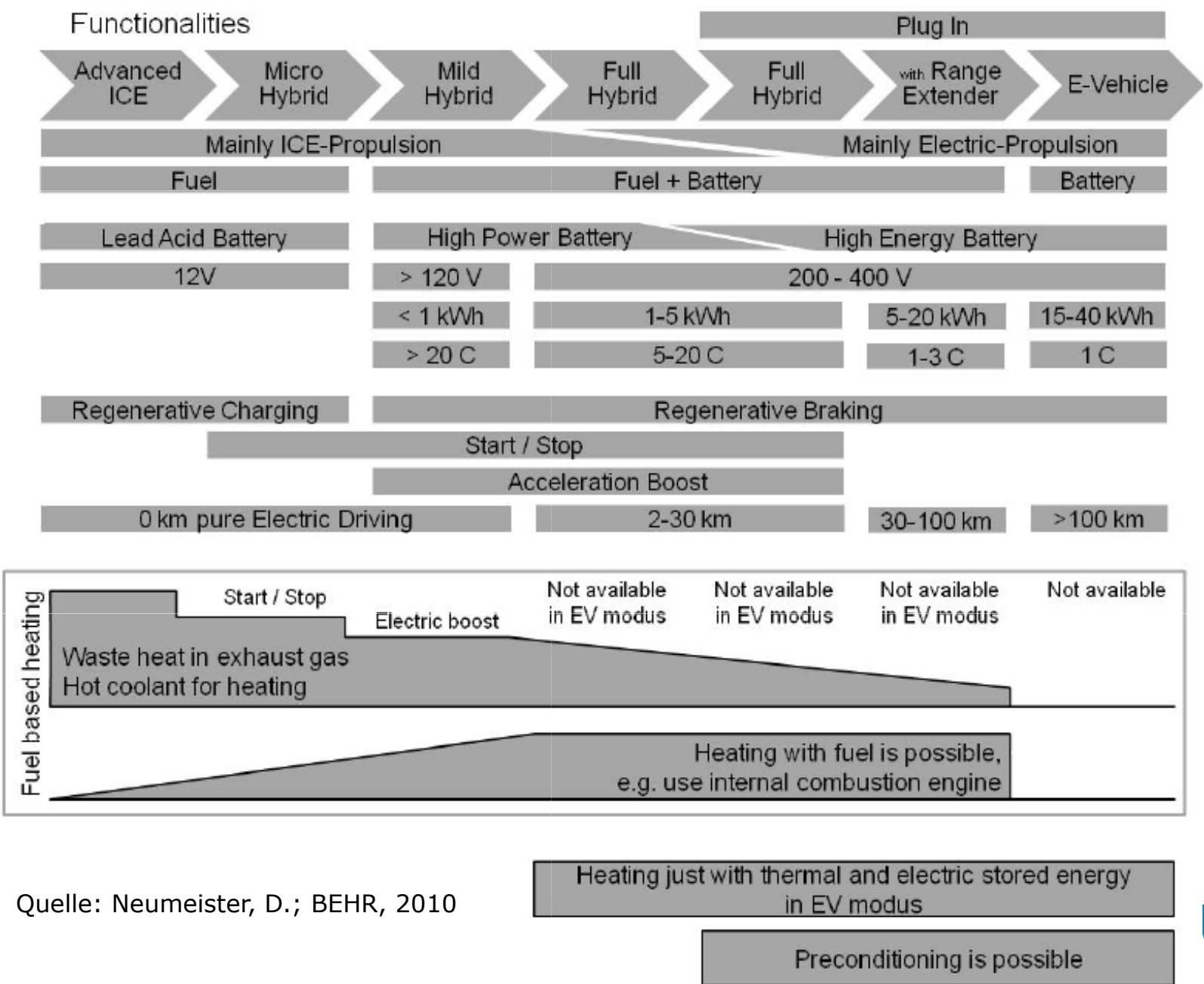
Batterie-Lebensdauer stark abhängig von Lade-/Entladehub



Quelle: Sinhuber, P. /RWTH, 2010



Weiteres Problem: Temperaturmanagement von Elektrofahrzeugen



Quelle: Neumeister, D.; BEHR, 2010

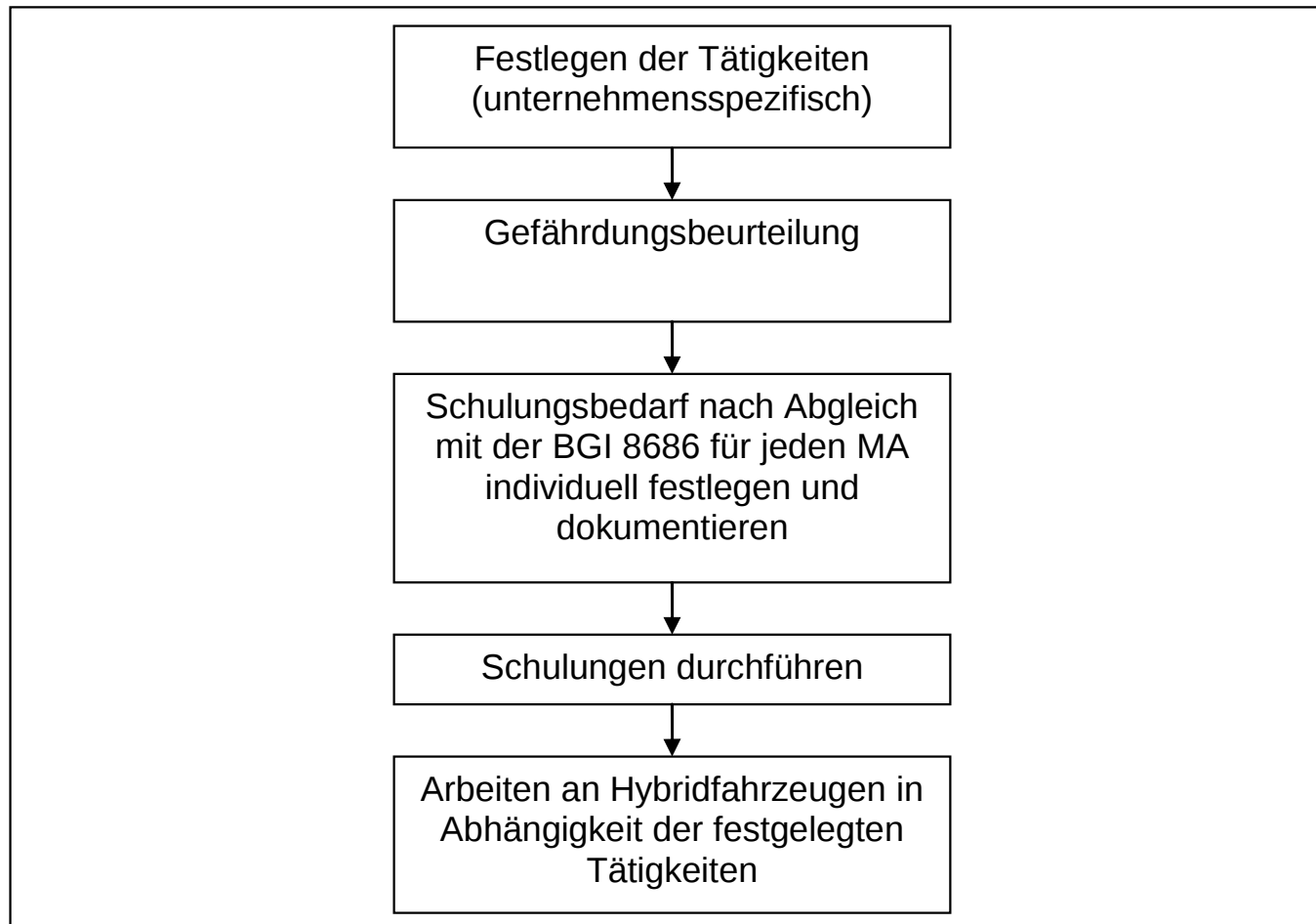
Heating just with thermal and electric stored energy in EV modus

Preconditioning is possible



Personal - Qualifizierungsbedarf

Im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung ist der Qualifizierungsbedarf des Personals zu ermitteln

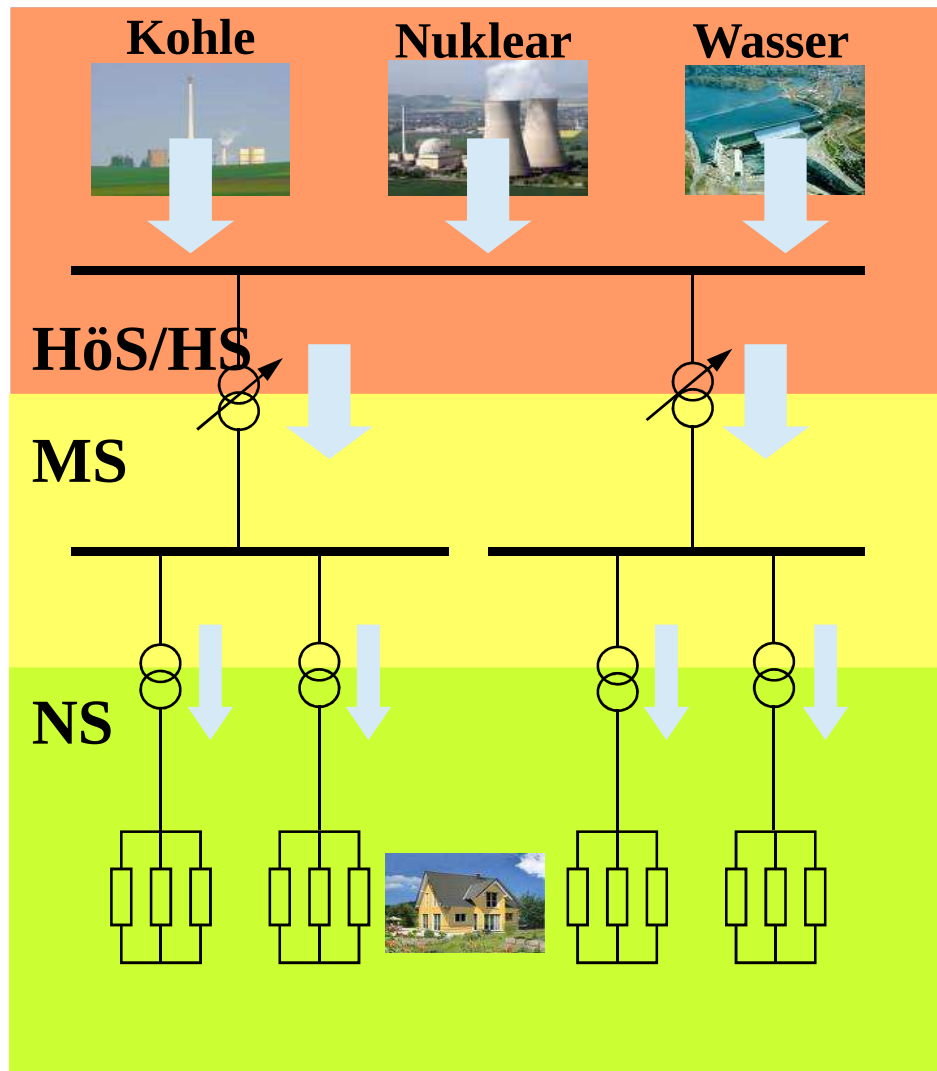


Speichermöglichkeit der Stadtwerke



Quelle: Hans-Peter Heikens, Envia-netz.de, Rueckl-Gruppe.de, Wallner

Die klassische Netzstruktur

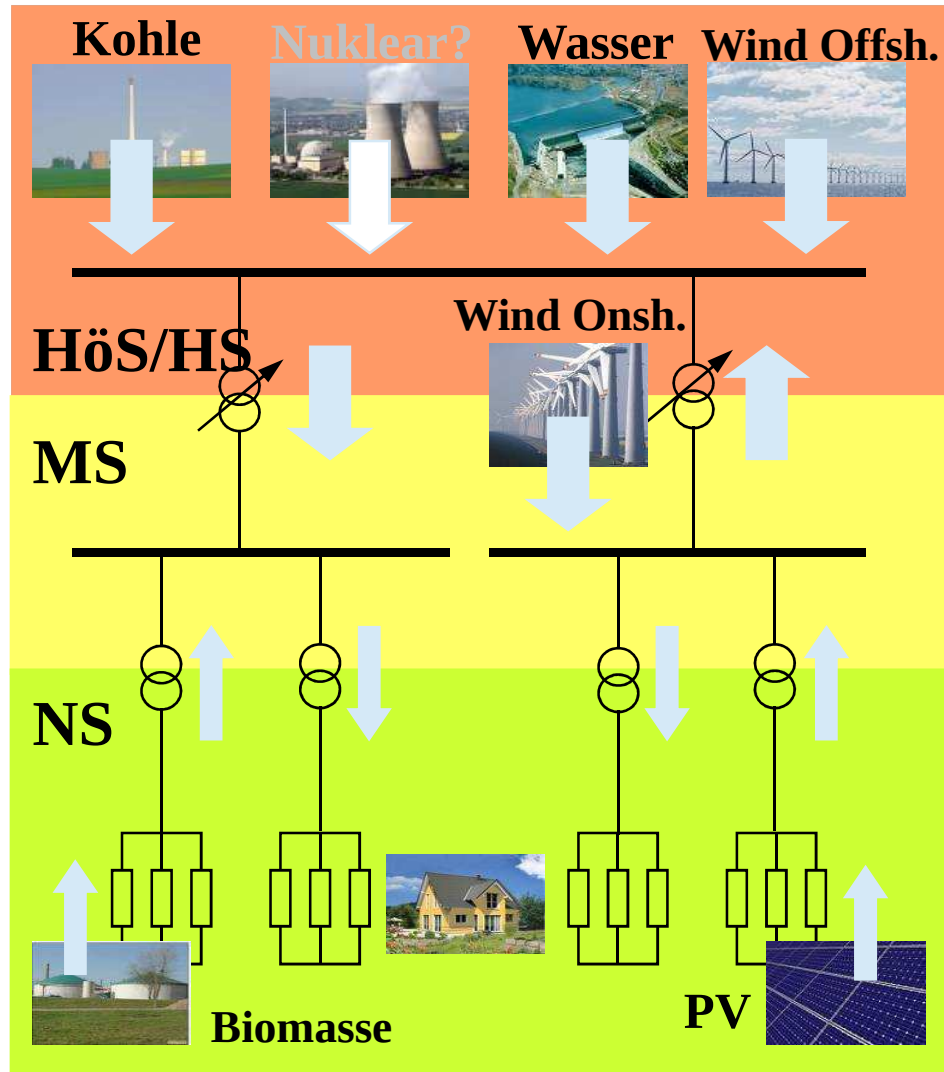


Quelle: In Anlehnung an DENA, efzn / BNetzA – Tagung 2010

- Erzeugung in Großkraftwerken
- Klare Energieflussrichtung
- Passive Kunden

Quelle: E.ON, 2010

Neue Netzstrukturen sind erforderlich!

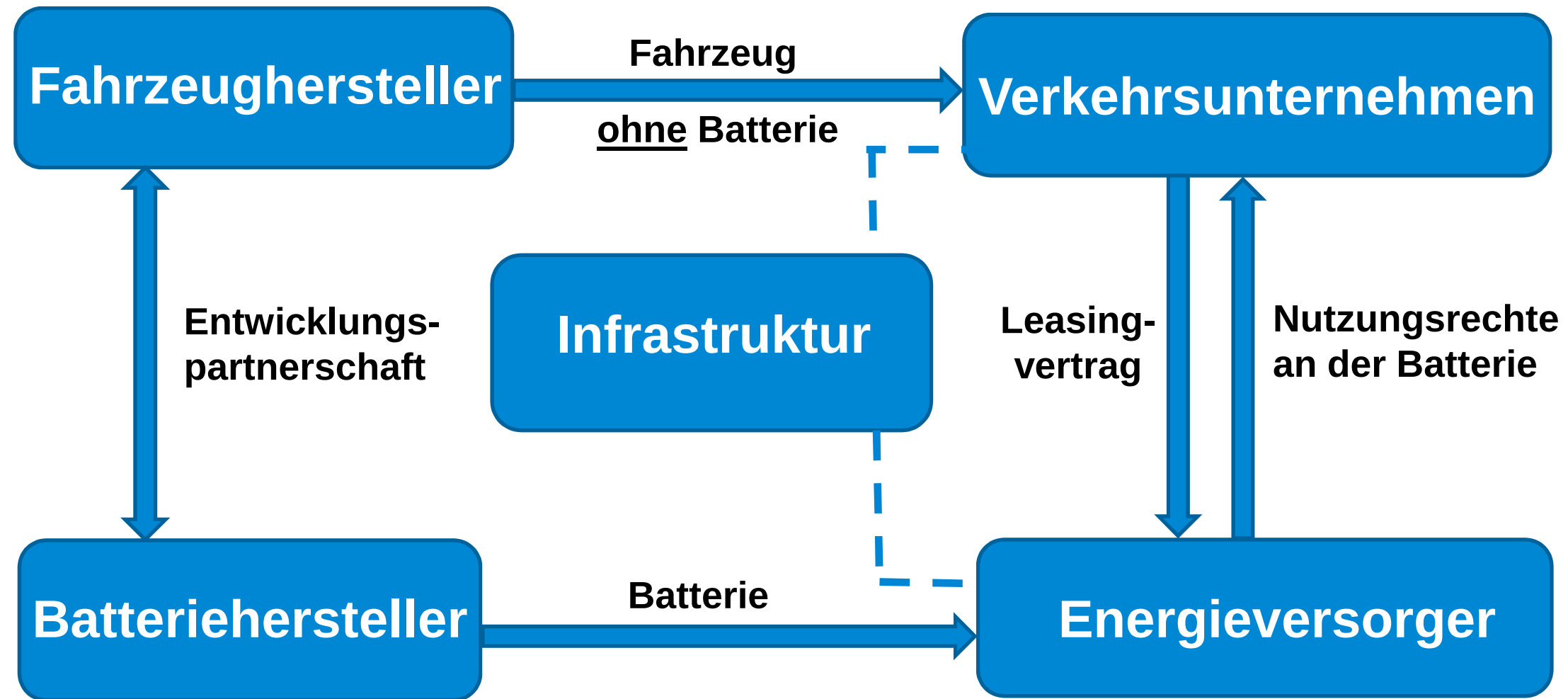


Quelle: In Anlehnung an DENA, efzn / BNetzA – Tagung 2010

- Erzeugung in unterschiedlichen Kraftwerkstypen mit stark schwankender Charakteristik
- Wechselnde Energieflussrichtung
- Wandel des Kunden vom „Consumer“ zum „Prosumer“ (Producer and Consumer)

Quelle: E.ON, 2010

Neue Geschäftsmodelle mit Win-Win-Charakter: z.B. Batterieleasing im ÖPNV



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie Fragen?

**Neue Horizonte im Stadtverkehr
Innovative E-Bus-Systeme für attraktive Städte**

Luzern, 30. November/01. Dezember 2010

