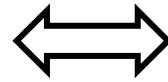


Ladeinfrastrukturkonzepte für Elektromobilität

Life Needs Power, 05.04.2011, Hannover

2011-04-05 | Benedikt Lutz, Dirk Uwe Sauer, Rik W. De
Doncker



Quelle: www.elektroniknet.de



Quelle: www.rwe.com



Quelle: www.dailygreen.de

Standard-Infrastruktur

Ladeleistung: max. 3.7 kW

Laderate: ca. 20 km pro h

Kosten: 5,00 EUR

Ladestationen

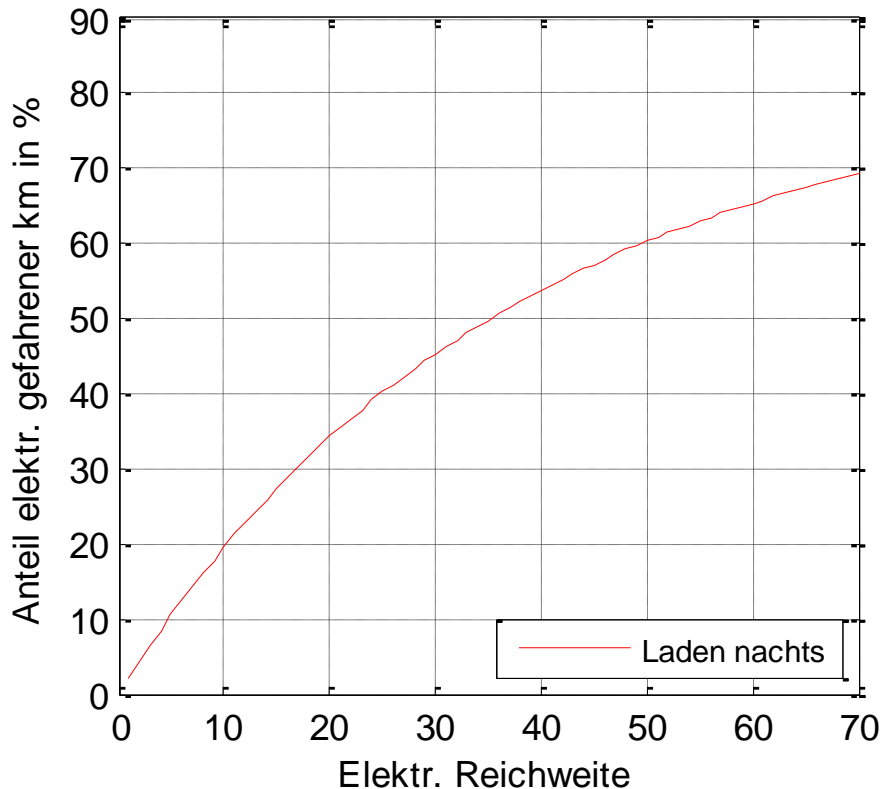
Ladeleistung: max. 44 kW

Laderate: bis zu 240 km pro h

Kosten: ??? EUR

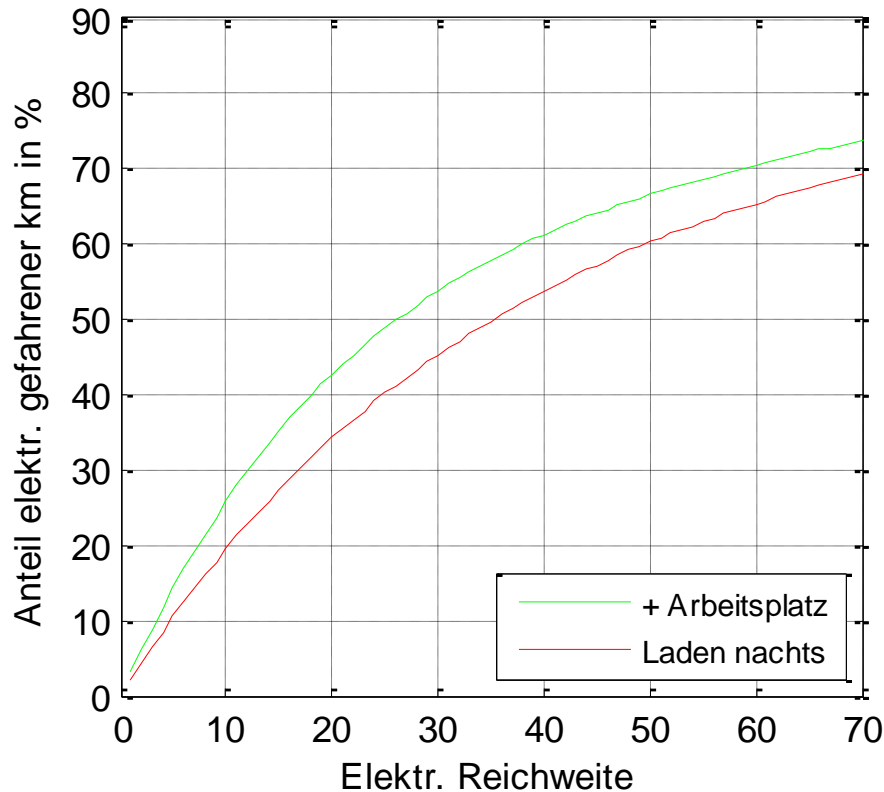
- (Mehr-)nutzen?
- Wer trägt Mehrkosten?
- Notwendigkeit?

- Mobilitätsverhalten und Ladeinfrastruktur
- Wirtschaftliche Betrachtungen zur Ladeinfrastruktur
- Ladeinfrastruktur und Ladeverfahren
- Mobilitätskosten für verschiedene Ladeverfahren
- Zusammenfassung



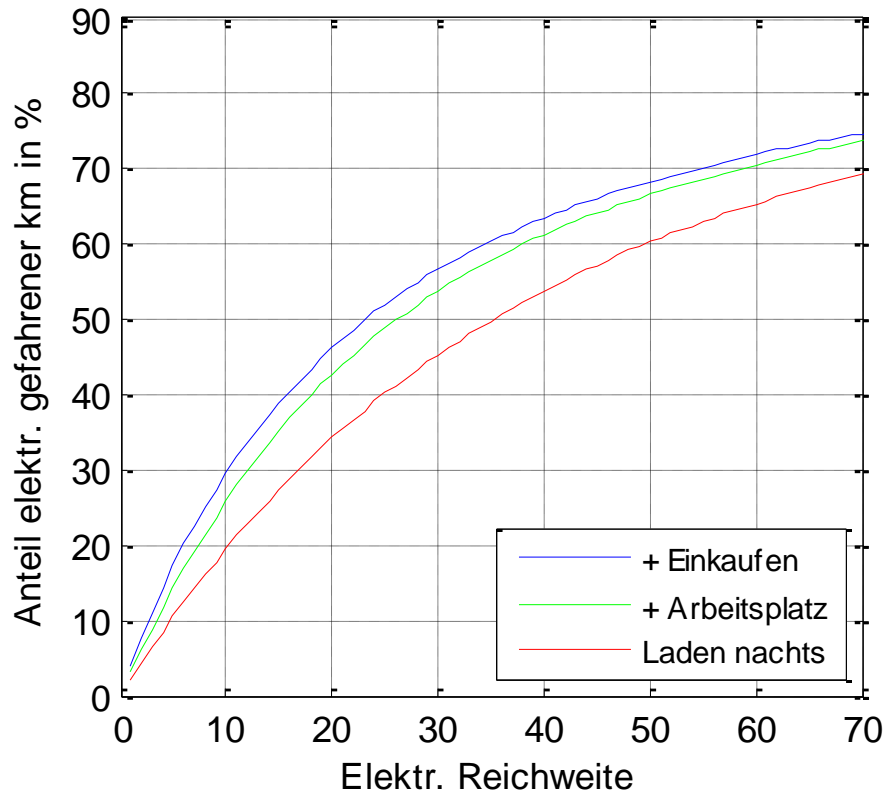
- 60 % Kraftstoffsubstitution mit PHEV-50 (Plug-in Hybridfahrzeug mit 50 km elektr. Reichweite) möglich

- Laden nur über Nacht
- Infrastruktur zu großen Teilen vorhanden



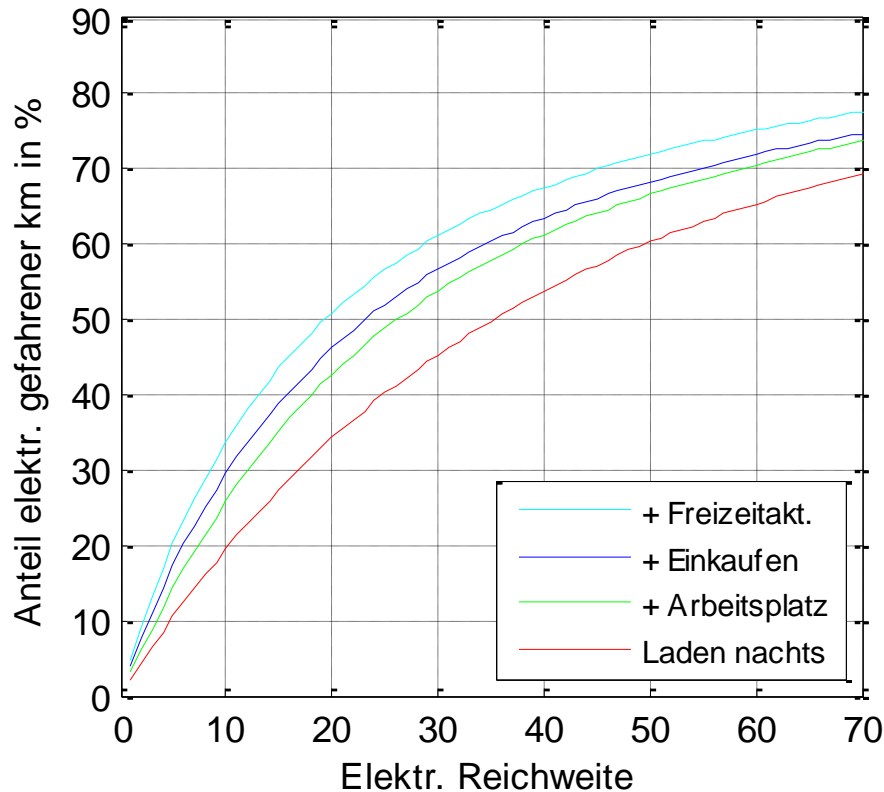
- plus 7 % (Arbeitsplatz)
- 60 % Kraftstoffsubstitution mit PHEV-50 möglich

- Zusätzliches Laden am Arbeitsplatz
- Nur geringe Marge für Investition in Infrastruktur vorhanden!



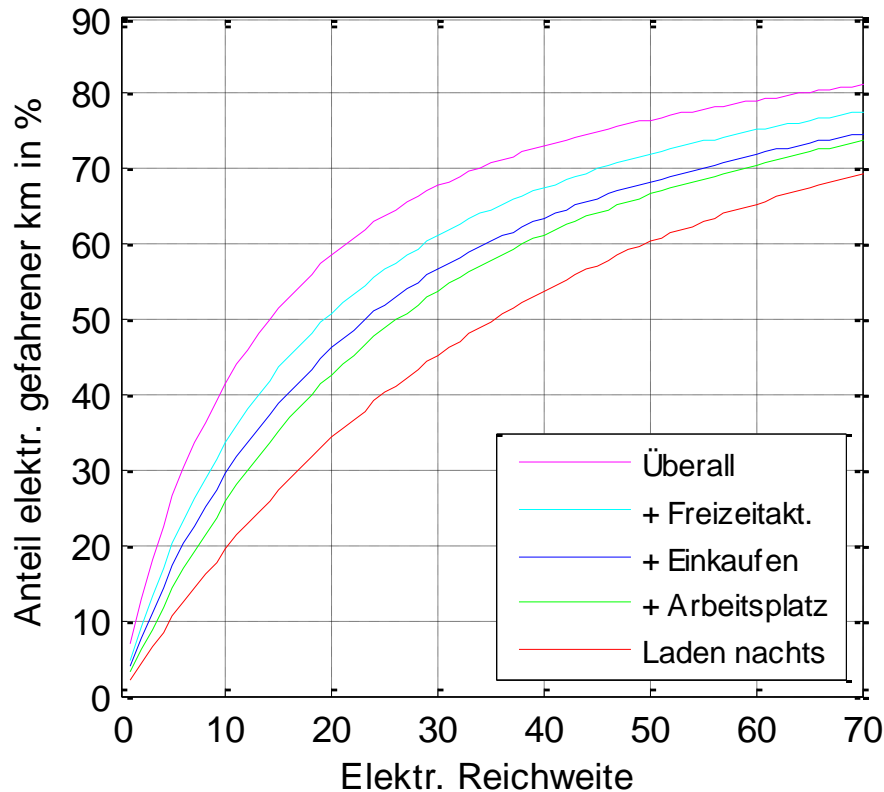
- plus 2 % (Einkaufen)
- plus 7 % (Arbeitsplatz)
- 60 % Kraftstoffsubstitution mit PHEV-50 möglich

- Zusätzliches Laden bei Einkaufszentren
- Großer Investitionsbedarf und nur wenig Mehrnutzen!
- Ausbau insbesondere getrieben durch Marketing



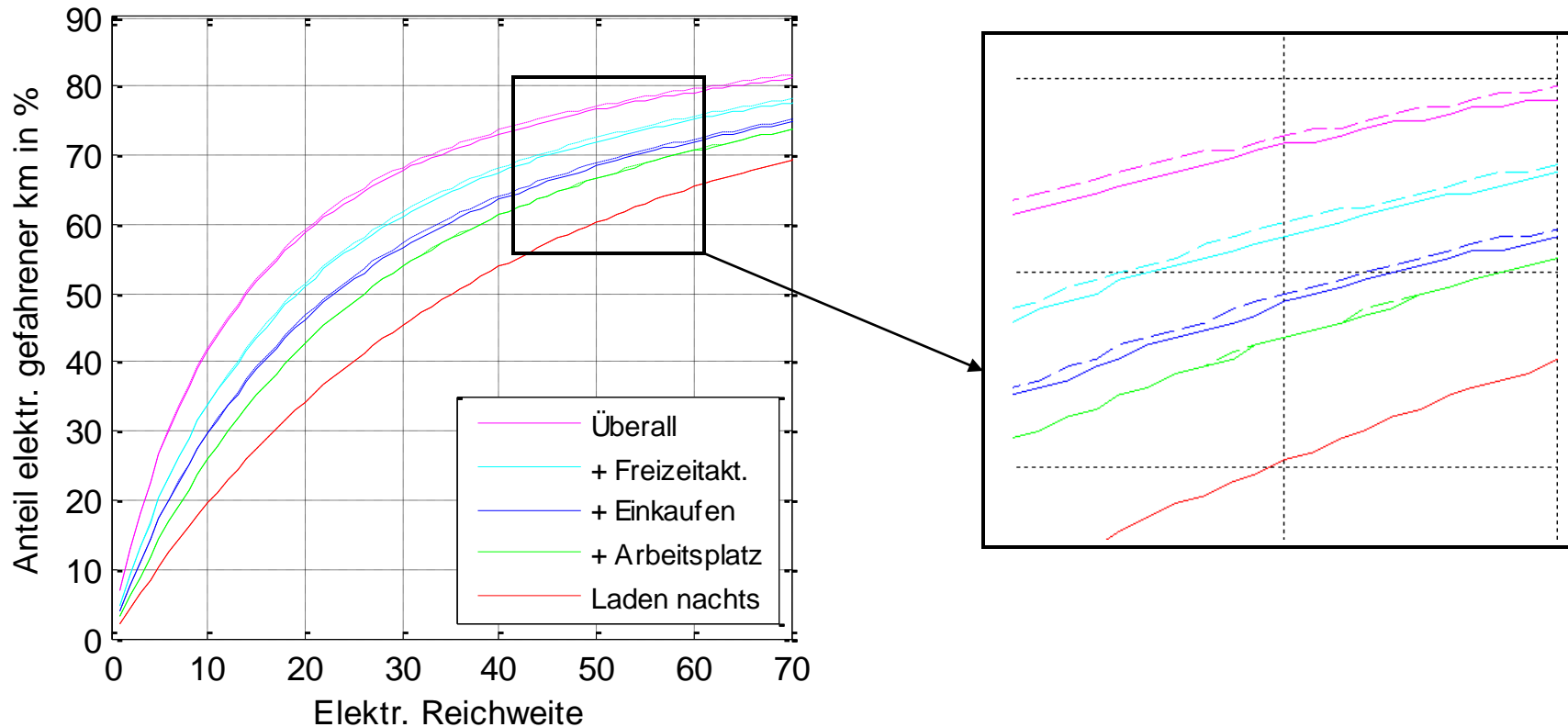
- plus 3 % (Freizeitakt.)
- plus 2 % (Einkaufen)
- plus 7 % (Arbeitsplatz)
- 60 % Kraftstoffsubstitution mit PHEV-50 möglich

- Zusätzliches Laden bei Freizeitaktivitäten
- Stark „verstreute“ Infrastruktur nötig → hohe Investitionskosten



- plus 5 % (Überall)
- plus 3 % (Freizeitakt.)
- plus 2 % (Einkaufen)
- plus 7 % (Arbeitsplatz)
- 60 % Kraftstoffsubstitution mit PHEV-50 möglich

- Nachladen überall möglich
- Rein theoretisches best-case Szenario



- 22 kW Ladeleistung gestrichelt dargestellt
- Über Nacht und am Arbeitsplatz kein Effekt
- An anderen Orten kleiner 1 %

- Mobilitätsverhalten und Ladeinfrastruktur
- **Wirtschaftliche Betrachtungen zur Ladeinfrastruktur**
- Ladeinfrastruktur und Ladeverfahren
- Mobilitätskosten für verschiedene Ladeverfahren
- Zusammenfassung



Quelle: www.rwe-mobility.com



Quelle: www.mennekes.de

Wallbox

Kosten (geschätzt): 800 EUR



Quelle: www.autobild.de

Nissan Leaf Quick Charger

Kosten: 13.000 EUR

- Berechnung der differentiellen Mehrkosten pro kWh
- Betrachtung für den Privatanutzer (13.500 km pro Jahr, 18 kWh/100 km)
- Annuitätenmethode, Zinssatz 5 %, Nutzungsdauer 10 Jahre



Quelle: www.rwe-mobility.com



Quelle: www.mennekes.de

Wallbox

Kosten (geschätzt): 800 EUR



Quelle: www.autobild.de

Nissan Leaf Quick Charger

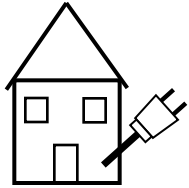
Kosten: 13.000 EUR

→ Kosten: 4 €/kWh + Strompreis

→ Kosten: 68 €/kWh + Strompreis

- Aber: Wirtschaftlichkeit im **Flotteneinsatz** kann auch bei hohen Infrastrukturkosten erreicht werden, z.B. Schnellladeinfrastruktur für Busse im ÖPNV (differentielle Mehrkosten im Bereich 2 bis 6 €/kWh)

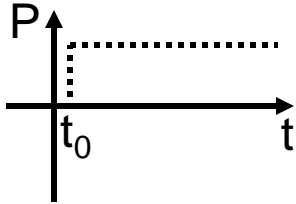
- Mobilitätsverhalten und Ladeinfrastruktur
- Wirtschaftliche Betrachtungen zur Ladeinfrastruktur
- Ladeinfrastruktur und Ladeverfahren
- Mobilitätskosten für verschiedene Ladeverfahren
- Zusammenfassung



Anzahl Fahrzeuge
Kosten

	Private Ladeinfrastruktur	Halb-öffentliche Ladeinfrastruktur	Öffentliche Ladeinfrastruktur
Merkmale	In Garagen meist vorhanden	Arbeitsplatz, Parkhäuser Finanzierung teilw. durch Werbeeffect	Öffentlicher Raum, Straßenrand Geringe Energieumsätze, besondere Umgebungsbedingungen
Anforderungen	Authentifizierung nicht nötig	Authentifizierung nicht nötig, wenn Verzicht auf Abrechnung	Authentifizierung
	Keine großen Ladeleistungen nötig	Leistung stark von Einsatzzweck abhängig	Ladeleistung 3,7 kW ausreichend (über Nacht)
	Geringe Kosten, da geringer Energieumsatz	Kosten stark von Einsatzzweck abhängig	Günstige Konstruktion

t_0 : Ankunftszeit

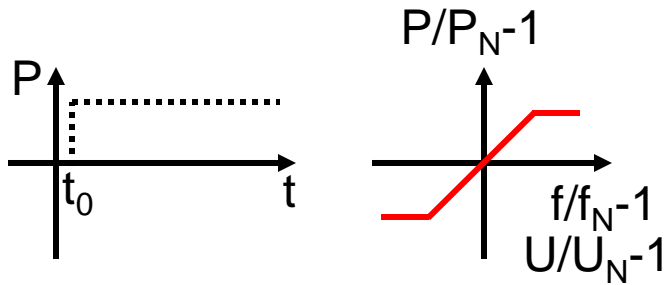


Anzahl Fahrzeuge

■ Ungesteuertes Laden

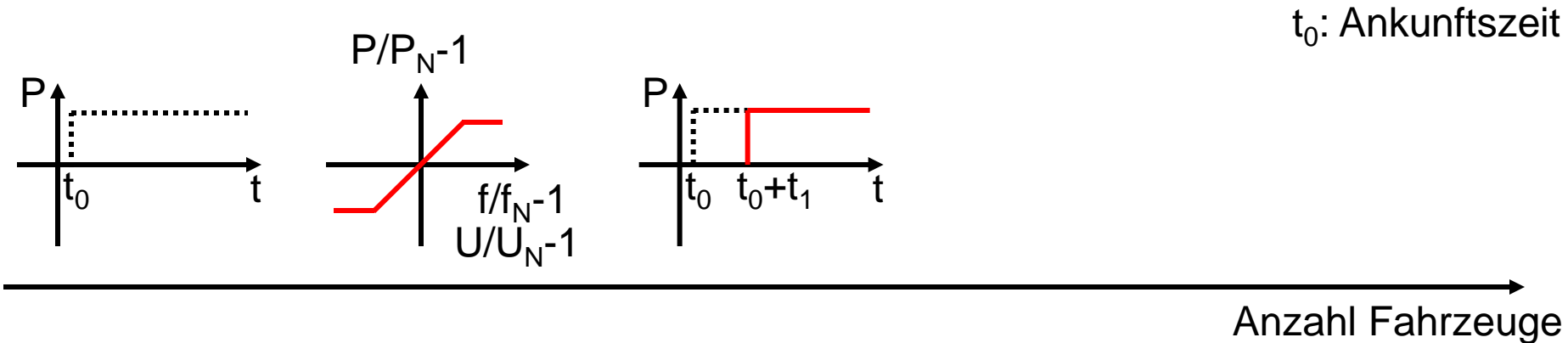
- Regelfall: Laden mit 3,7 kW zu Hause
- Bis 1 Mio. Elektrofahrzeugen keine Netzprobleme zu erwarten (bei relativ gleichmäßiger Verteilung)

t_0 : Ankunftszeit

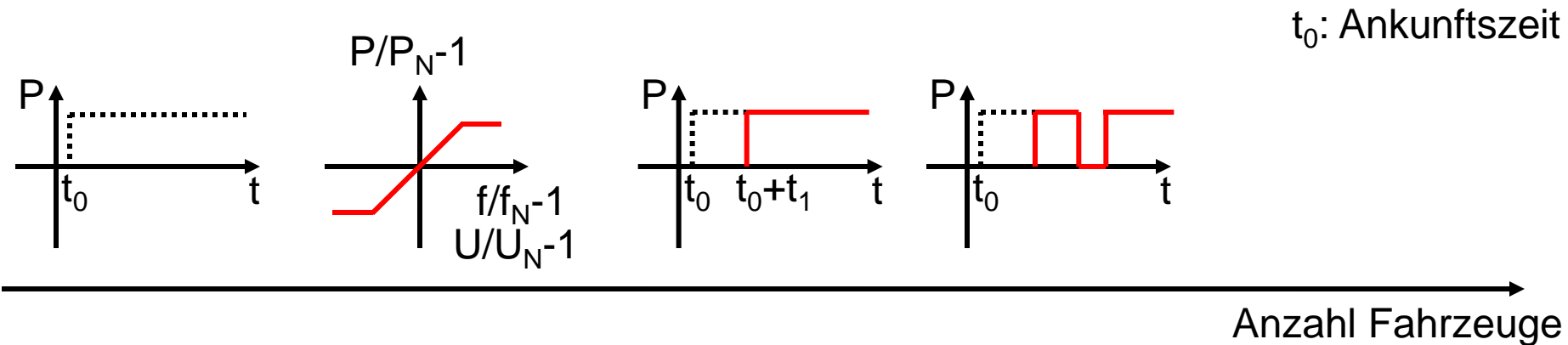


Anzahl Fahrzeuge

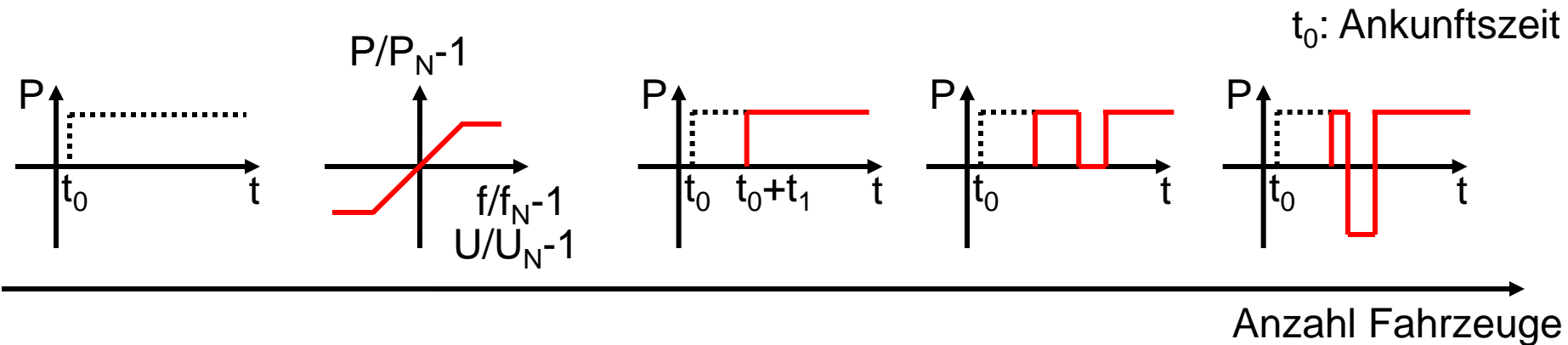
- Reduzierung der Ladeleistung bei Unterfrequenz/Unterspannung und umgekehrt
 - Statikkennlinie im Ladegerät
 - Keine Kommunikation nötig
 - Auch Blindleistungsbereitstellung möglich



- Lademanagement, d.h. Koordination/Verschiebung der Ladezeitpunkte
 - Vermeidung von Netzengpässen
 - Kommunikation nötig
 - Ausnutzung niedriger Strompreise
 - Verlängerung der Batterielebensdauer

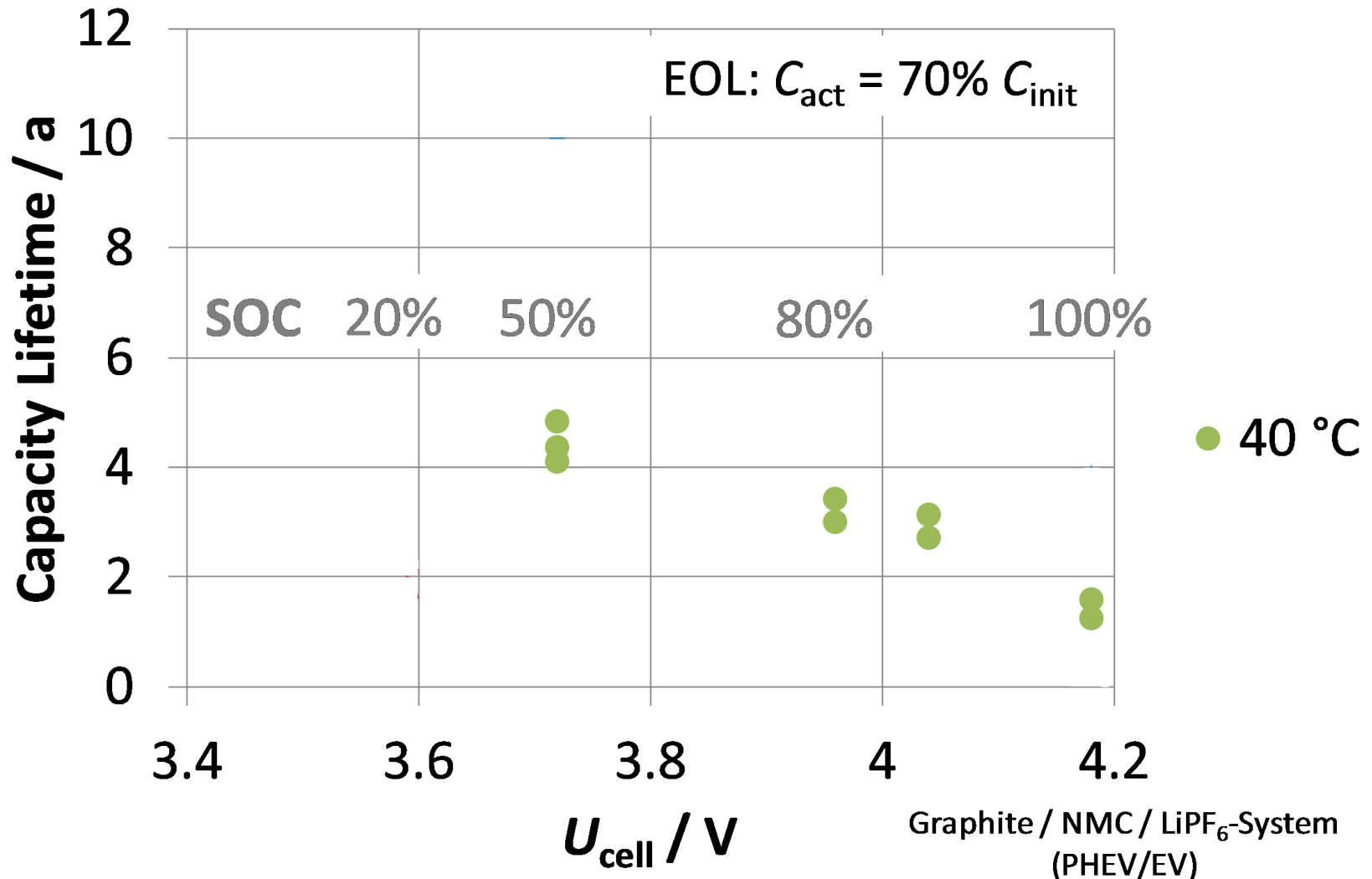


- Teilnahme von Elektrofahrzeugen am Strom-/Regelenergiemarkt (unidirektionale Netzanbindung)
 - Pooling nötig bei Regelenergiebereitstellung
 - Keine zusätzliche Zyklenbelastung für die Batterie
 - Ausnutzung niedriger Strompreise
 - Differentielle Mehrkosten gegen Null



- Teilnahme von Elektrofahrzeugen am Strom-/Regelenergiemarkt mit bidirektionaler Netzanbindung
 - Bereitstellung positiver Regelenergie auch bei voller Batterie
 - Mehrkosten für bidirektionale Ladegeräte

- Mobilitätsverhalten und Ladeinfrastruktur
- Wirtschaftliche Betrachtungen zur Ladeinfrastruktur
- Ladeinfrastruktur und Ladeverfahren
- **Mobilitätskosten für verschiedene Ladeverfahren**
- Zusammenfassung



- Ungesteuertes Laden (Referenzfall): Laden direkt nach Ankunft

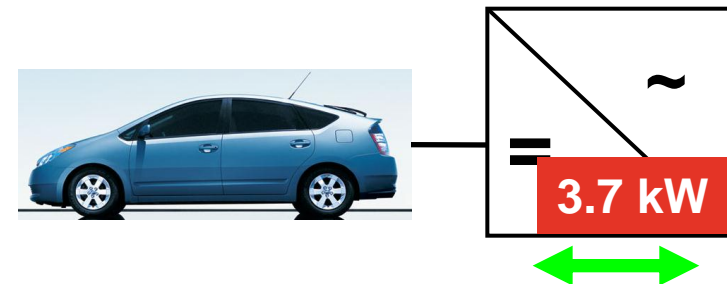
- Unidirektionales Laden

- SOC-Optimierung: Laden direkt vor Abfahrt
- Kostenoptimierung: Laden bei niedrigen Strompreisen

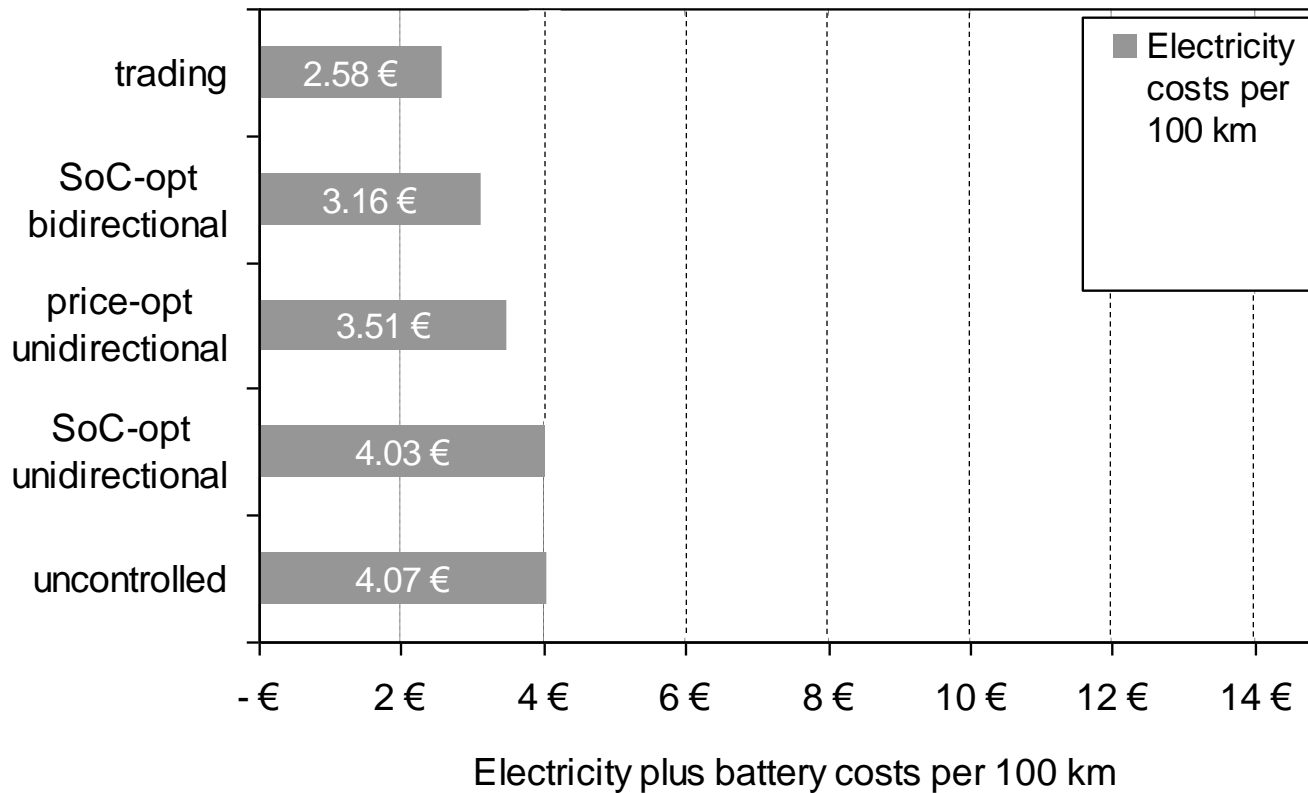


- Bidirektionales Laden

- Stromhandel: Entladen bei hohen, Laden bei niedrigen Preisen
- Stromhandel plus SOC-Optimierung: Stromhandel limitiert auf niedrige SOC's



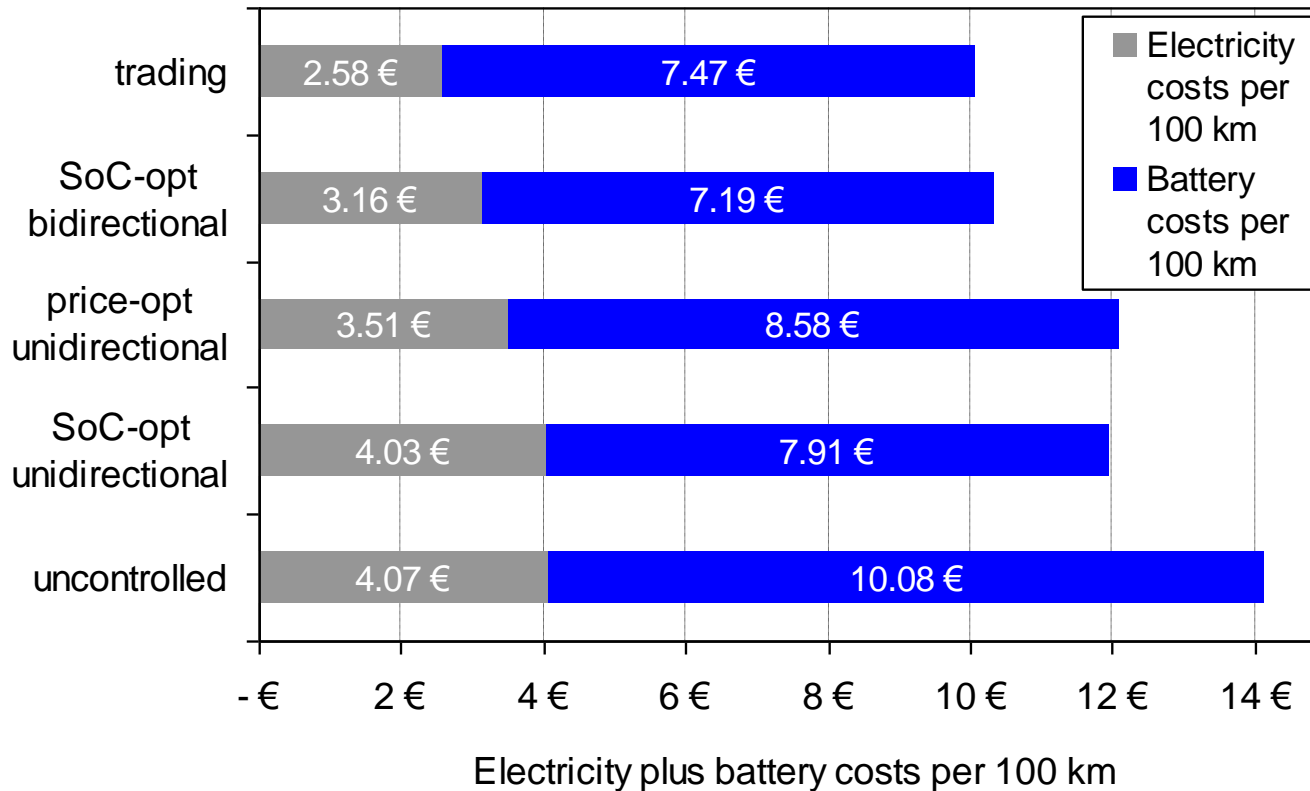
Mobilitätskosten (PHEV mit 8 kWh Batteriekapazität)



Mobilitätskosten (PHEV mit 8 kWh Batteriekapazität)



E.ON Energy Research Center



Annahmen:

- Zinssatz: 8%
- Batteriepreis: 5000 €
- Abschreibungszeit: Batterielebensd.

- Ersparnisse durch Lebensdauererhöhung der Batterie höher als Einsparung bei Stromkosten
- Gültig für hohe Strompreisvolatilität und eine spezielle Lithium-Technologie
- Tendenzen bei anderen Technologien ähnlich

- Bereits mit geringem Infrastrukturaufwand kann ein hoher Anteil elektrischer Mobilität erreicht werden.
- Hohe Ladeleistungen bringen kaum Gewinn an elektrisch gefahrenen Kilometern.
- Insbesondere für sog. „Laternenparker“ müssen kostengünstige Lösungen entwickelt werden.
- Die Einbindung der Elektrofahrzeuge in das Stromnetz kann durch intelligente Ladegeräte bereits mit wenig Kommunikationsaufwand erleichtert werden.
- Intelligente Ladeverfahren müssen genutzt werden, um anvisierte Batterielebensdauer zu erreichen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!