



Forschungsprojekt Pfleg!E-mobil

Technische Herausforderungen der Elektrifizierung von Fahrzeugflotten

FH Bielefeld
University of
Applied Sciences



Agenda

- Hintergrund
- Infrastruktur
- Energieverbrauch und Reichweite
- Batteriedegradation
- Netzintegration
- Zusammenfassung

Hintergrund



Abb. 1: Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität

Gründe für den Umstieg auf Elektromobilität

- Reduzierung der Betriebskosten
- Reduktion lokaler Emission
- Positives Image
- EmoG: Ausnahme von Zufahrtsbeschränkungen
- Elektrofahrzeuge im Smart Grid

E-Fahrzeug Flotten

Aufgereiht: Fahrer posieren 1906 in Elektroautos der New Yorker Edison Company in Manhattan. Die leisen Elektroflitzer lösten in New York einen Boom aus - nur sechs Jahre später, 1912, verließen 34.000 Fahrzeuge die Fabriken.

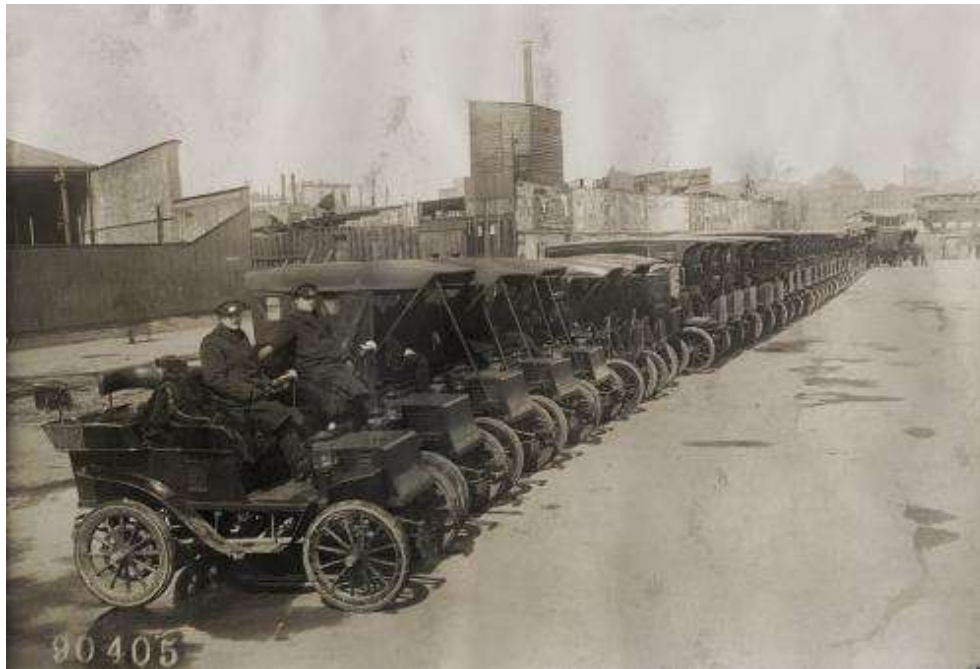


Abb. 2: Spiegel-Online

Ziele der technischen Untersuchung der FH Bielefeld

- Entwicklung eines Fahrmodells
- Netzintegration von Elektrofahrzeugen für Systemdienstleistung

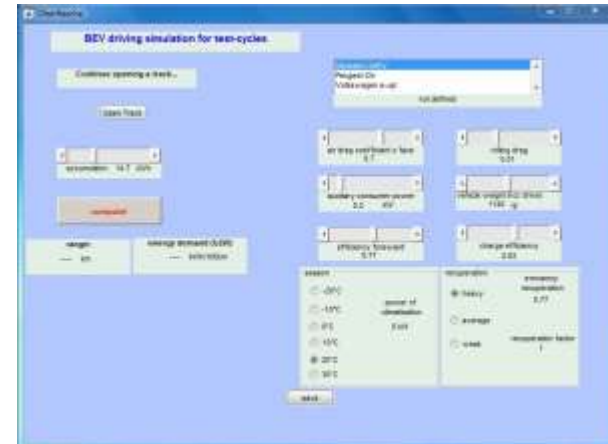


Abb. 3: Oberfläche Fahrmodell

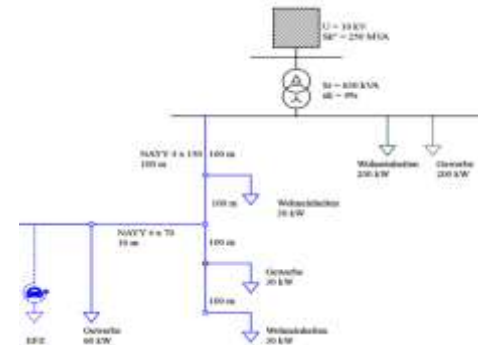


Abb. 4: Niederspannungs-Testnetz

Realisierung der Ziele

- Analyse der Streckenprofile des DRK

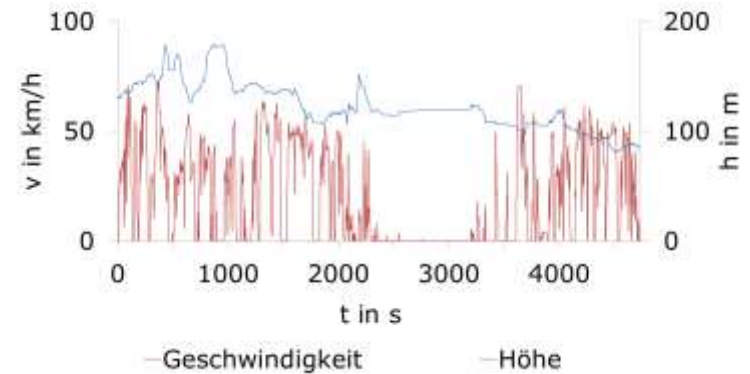


Abb. 5: Streckenprofil DRK

Realisierung der Ziele

- Analyse der Streckenprofile des DRK
- Beschaffung und Inbetriebnahme der Elektrofahrzeuge, Infrastruktur und Messtechnik



Abb. 6: Einbau Messtechnik

Messtechnik



Abb. 7: CAN-Bus Interface

- SOC
- Batteriespannung und -Strom
- Geschwindigkeit
- Stufen von Heizung, Gebläse und Klima
- Status Nebenverbraucher (Abblendlicht etc.)
- GPS Daten

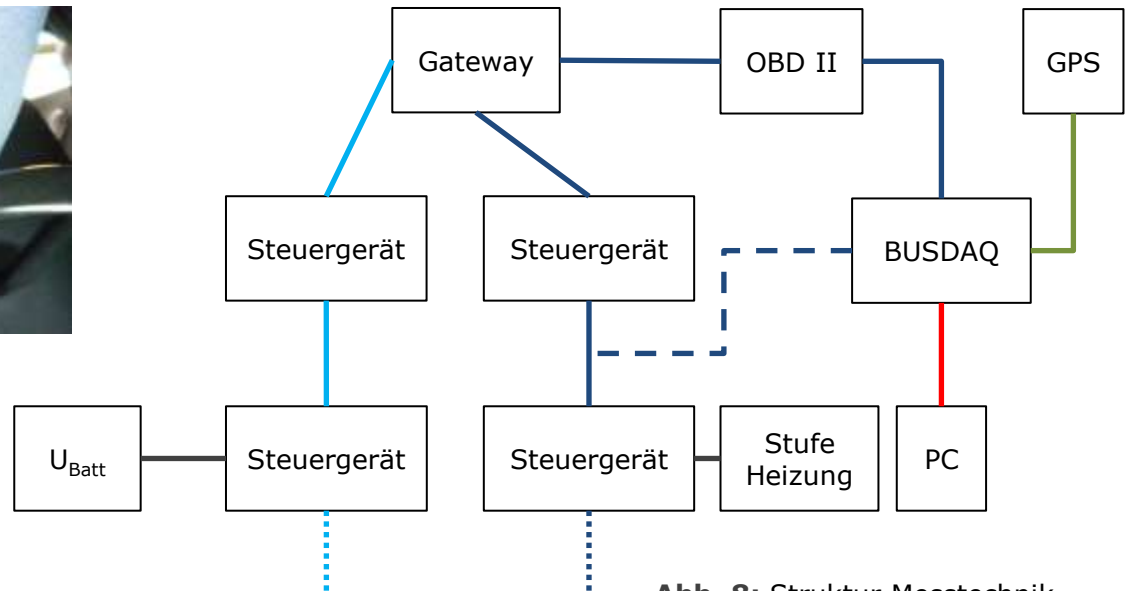


Abb. 8: Struktur Messtechnik



Abb. 9: Elektronische Zähler und Datenlogger zu Messung der Ladung

Realisierung der Ziele

- Analyse der Streckenprofile des DRK
- Beschaffung und Inbetriebnahme der Elektrofahrzeuge, Infrastruktur und Messtechnik
- Messtechnische Begleitung und Auswertung

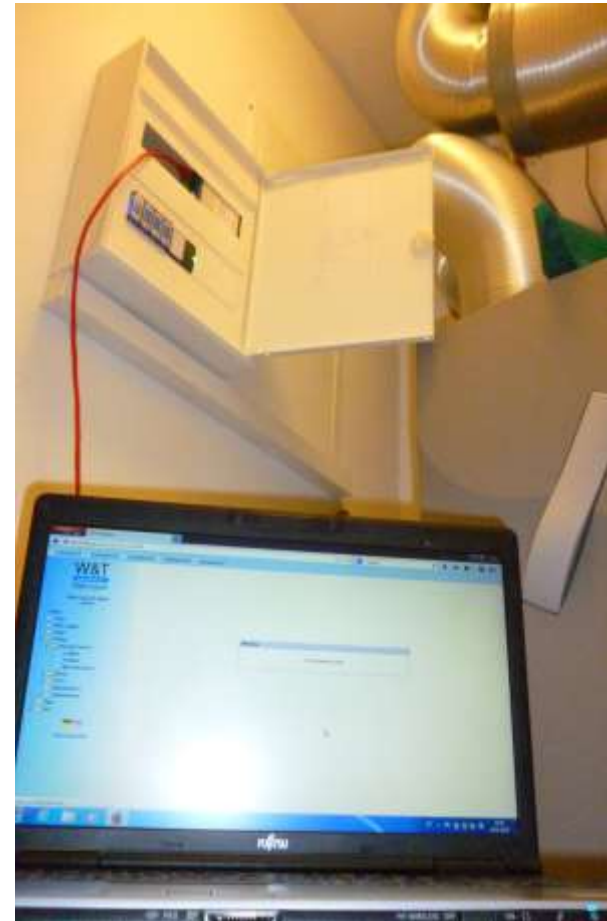


Abb. 10: Auslesen des Smart Meters

Realisierung der Ziele

- Analyse der Streckenprofile des DRK
- Beschaffung und Inbetriebnahme der Elektrofahrzeuge, Infrastruktur und Messtechnik
- Messtechnische Begleitung und Auswertung
- Potentialbestimmung für Systemdienstleistung

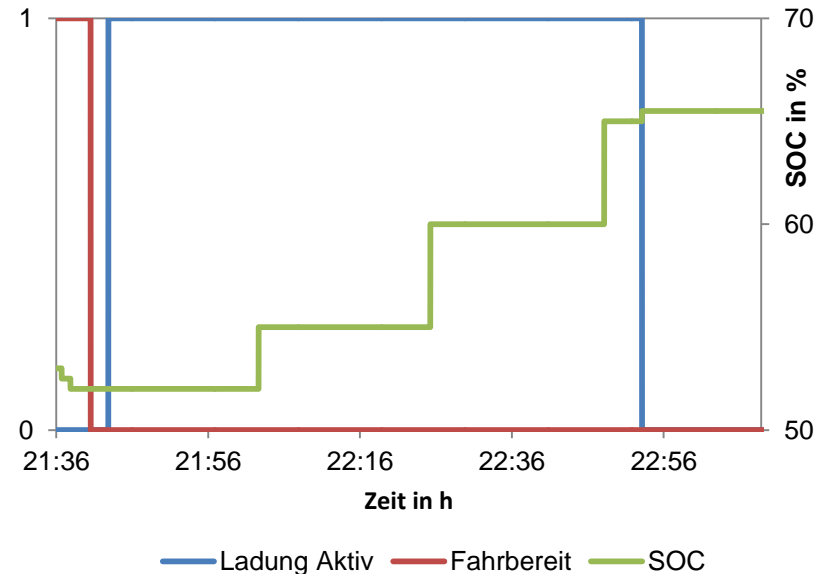


Abb. 11: Fahrzeugseitige Messgrößen bei Ladung

Ladeinfrastruktur



- Welche Ladebetriebsart ist für ein Nutzungsprofil zu empfehlen?
- Ist die Dimensionierung der elektrischen Infrastruktur ausreichend?

Ladebetriebsarten

Mode	Beschreibung		P _{Max} in kW
1	AC Ladung an Standard-Steckdose	1~ 3~	3,7 11
2	AC Ladung an Standard-Steckdose mit ICCB	1~ 3~	3,7 22
3	AC Ladung mit Ladekabel an Ladestation mit fest installierten Steuer- und Schutzeinrichtungen	1~ 3~	3,7 43,6
4	DC Ladung an Ladestation mit fest installierten Steuer- und Schutzeinrichtungen	=	170

Tabelle 1: DIN EN 61851-1 (VDE 0122-1)
Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen- Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge

Ladebetriebsarten und Ladeleistung

	VW e-up!		Peugeot iOn		BMW i3		Smart ED		Renault ZOE	
Stecker	Typ2 CCS		Typ 1 CHAdeMO		Typ2 CCS		Typ 2		Typ 2	
	P in kW	T in h	P in kW	T in h	P in kW	T in h	P in kW	T in h	P in kW	T in h
Mode 2	2,8	6,8	1,6	11	2,8	8	2,8	6,4	2,8	8
Mode 3 1~ 3~	3,6	5,2	-	-	3,7 7,4	5,9 3	3,3 22	5,3 0,8	3,7 43	5,9 0,5
DC	40	0,5	50	0,3	50	0,4	-	-	-	-

Tabelle 2: www.e-stations.de

Ladeanlagen und Stecker



Abb. 12: Ladung Mode 2
[Eigen]



Abb.14 : Stecker Typ-2
[Mennekes]



Abb. 15: CCS [Mennekes]



Abb. 17: Ladanlage Mode 2
und Mode 3 [Eigen]



Abb. 13: Wallbox
[Mennekes]



Abb. 16: Ladesäule [www.Pfleg-e-
mobil.de]

Energieverbrauch und Reichweite



- Ist die Reichweite für die vorgesehene Nutzung ausreichend?
- Welchen Einfluss haben Fahrweise, Streckenprofil und Nebenverbrauch auf die Reichweite?

Verbrauch und Reichweite - Herstellerangaben

	VW e-up!	Peugeot iOn	BMW i3	Smart ED	Renault ZOE
Verbrauch in kWh/100km	11,7	12,6	12,9	15,1	14,6
Reichweite in km	160	150	190	145	210

Tabelle 3: VCD Elektroautoliste 2013/2014

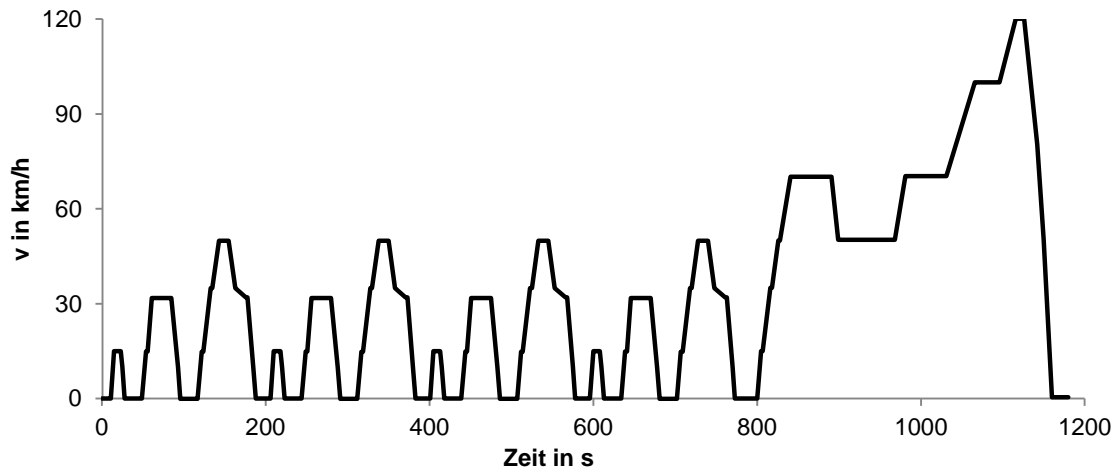


Abb. 18: UN/ECE 101
Neuer Europäischer
Fahrzyklus

Fallbeispiel 24.01.2014 | Mittlere Temperatur $-0,5^{\circ}\text{C}$

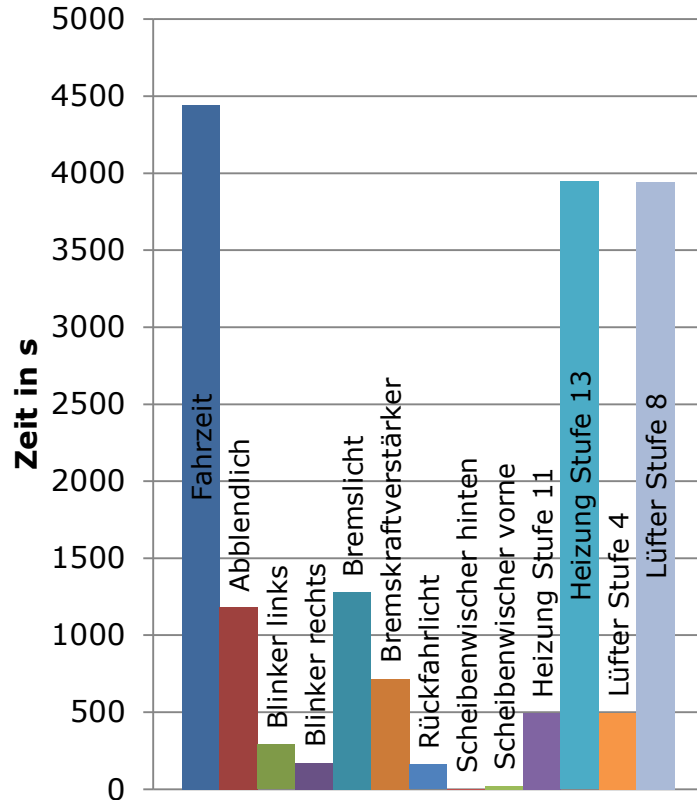


Abb. 19: Betriebszeit der Nebenverbraucher

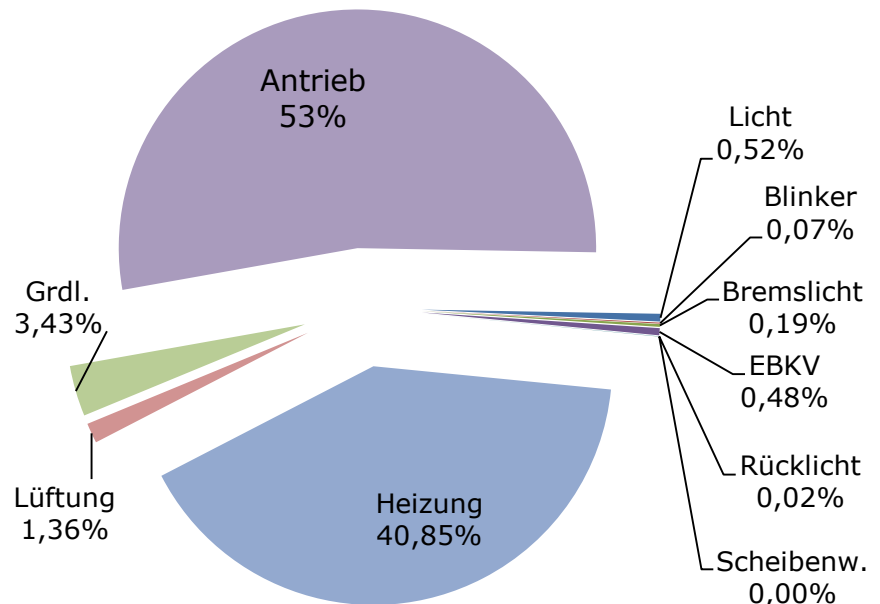


Abb. 20: Anteile am Gesamtverbrauch

Elektrischer Nebenverbrauch

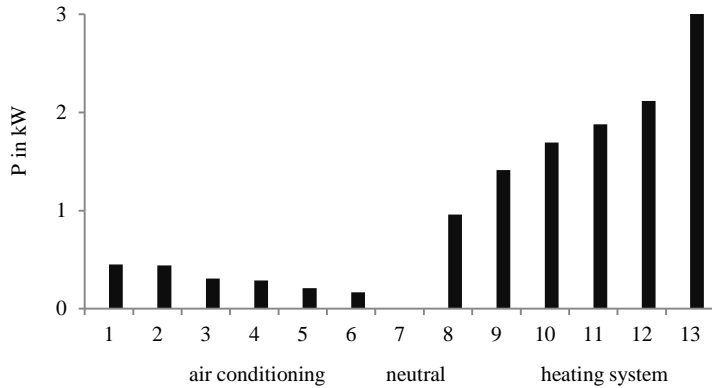


Abb. 21: Leistung des Klimaanlagekompressors und der Heizung, Peugeot iOn

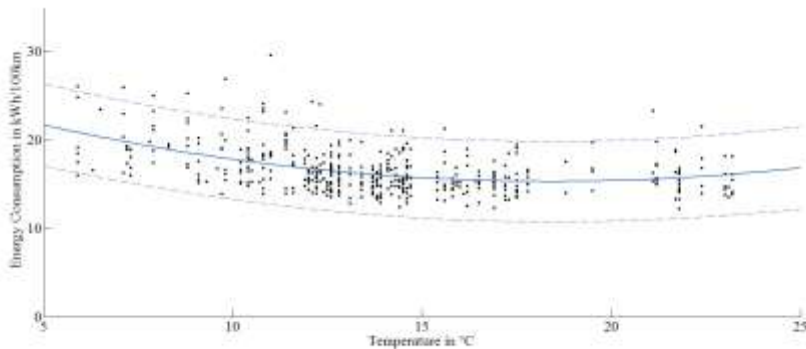


Abb. 22: Temperaturabhängigkeit des Gesamtenergieverbrauchs aus 459 Fahrten mit dem VW e-up!

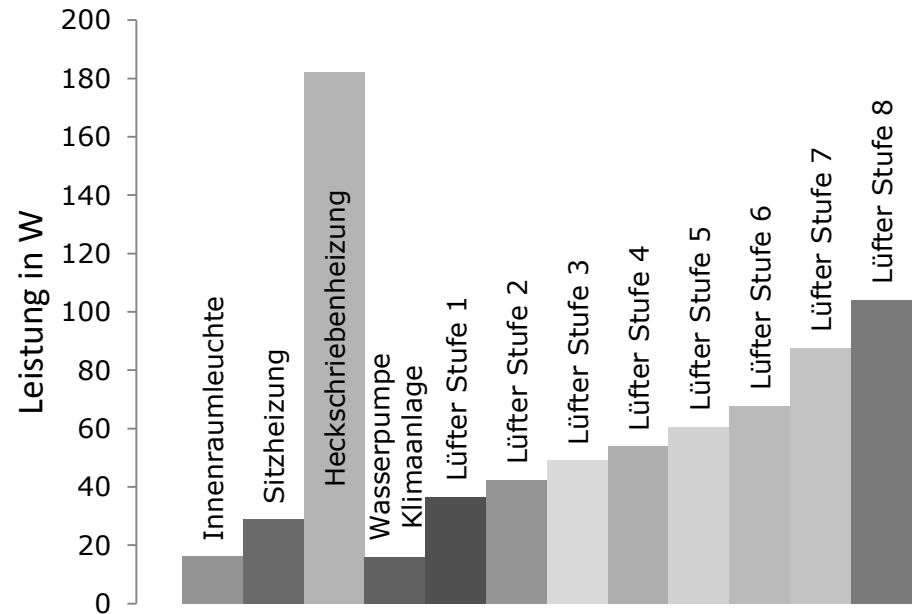


Abb. 23: Leistung einiger Komfort-Nebenverbraucher, Peugeot iOn

Fahrstreckenanalyse

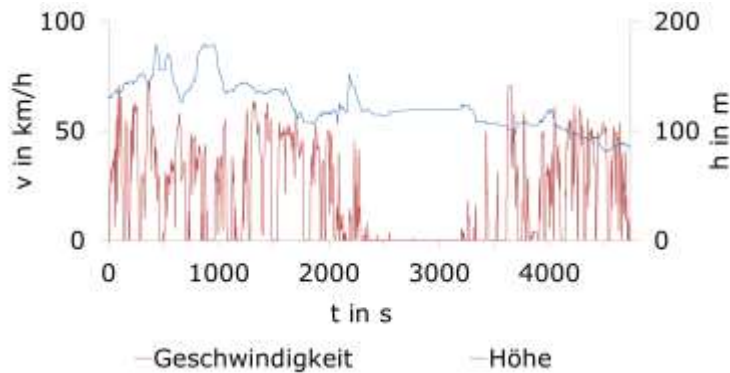


Abb. 24: Typisches Fahrprofil einer Tour im ambulanten Pflegedienst

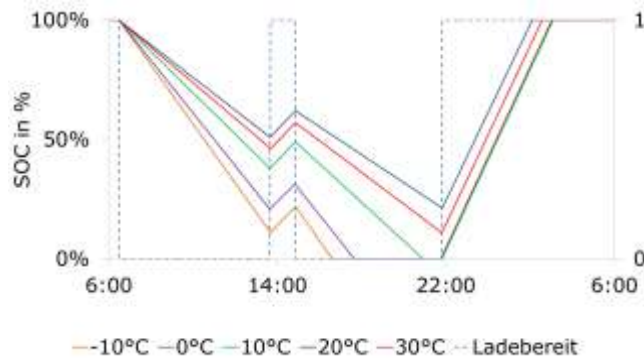


Abb. 25: SOC des Elektrofahrzeuges bei identischem Fahrprofil und variabler Außentemperatur sowie Zeiten der Ladebereitschaft

Beispiel

Substitution eines Kleinwagens mit Verbrennungsmotor durch einen Peugeot iOn

Ladung: Mode 2- 2,8kW

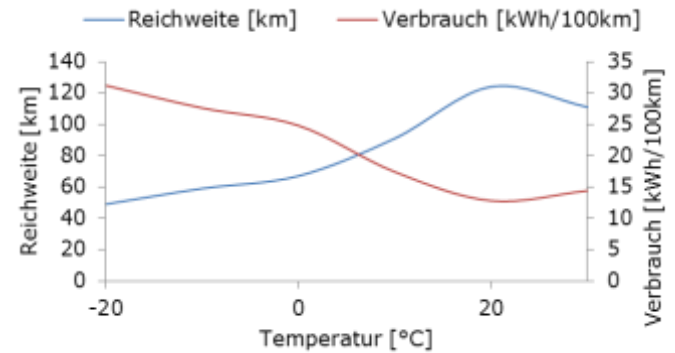


Abb. 26: Reichweitenänderung durch Temperatureinfluss

Batteriedegradation



- Wann erreichen Traktionsbatterien das Ende der Lebensdauer (SOH = 80%)?
- Wie wirken sich extreme Temperaturen während der Ladung auf die Kapazität aus?

Batteriedegradation aus Messdaten

- Spez. Lademenge in kWh/% nimmt mit der Zeit ab
- Bei ca. 1500 Tagen => SoH = 80%
- Kalendarische und zyklische Alterung am Batterieteststand

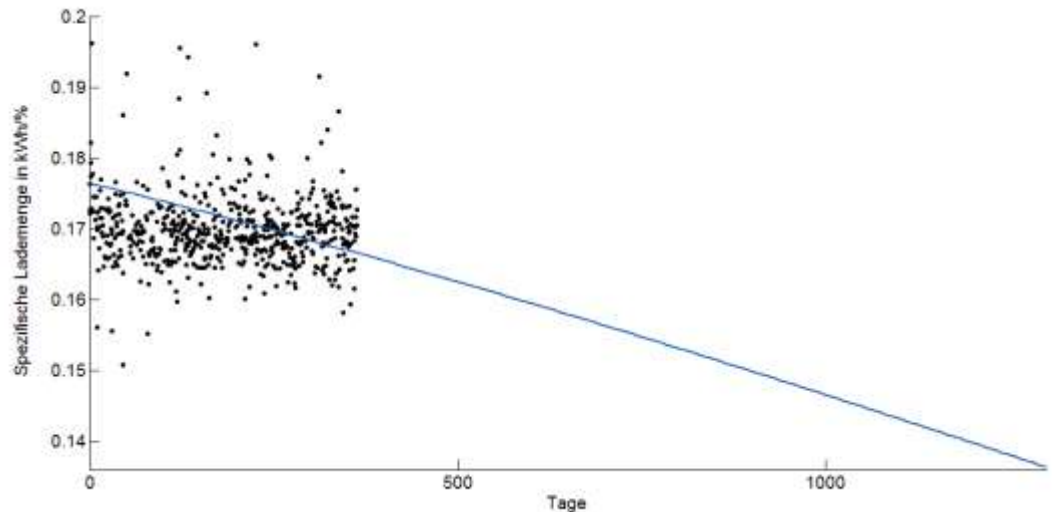
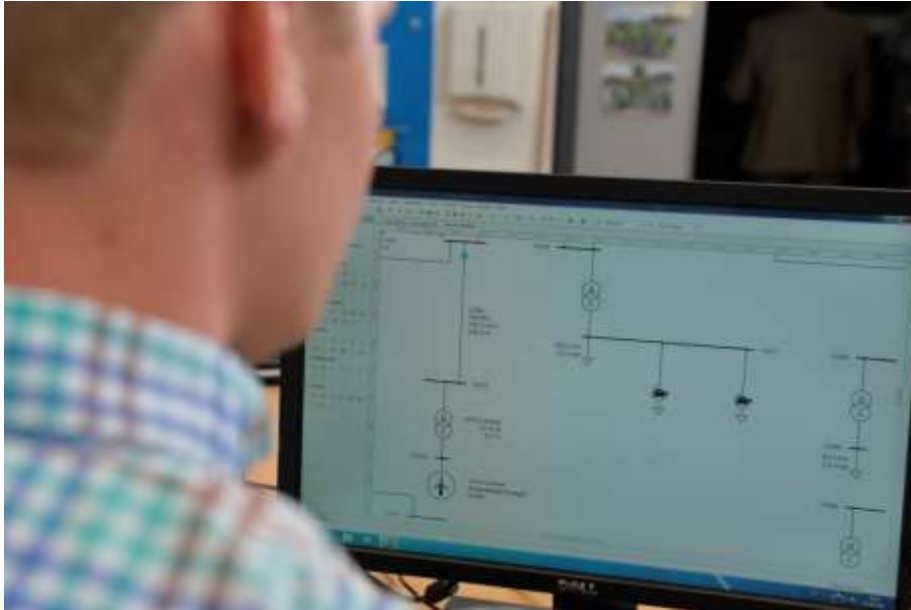


Abb. 27: Spezifische Lademenge der Peugeot iOn in Abhängigkeit der Nutzungszeit

Netzintegration



- Wie wirkt sich eine hohe Elektrofahrzeugdichte auf das Verteilnetz aus?
- Können Elektrofahrzeuge Systemdienstleistungen erbringen?

Flottenbetrieb mit 10 Elektrofahrzeugen

Trip	Operating time		Distance in km
	start	end	
F1	06:00	12:00	30
F2	06:00	17:45	31
F3	06:00	11:30	32
F4	06:00	11:00	38
F5	06:00	15:15	40
F6	06:00	18:30	32
F7	06:00	17:00	52
F8	06:00	17:45	30
F9	06:00	13:15	36
F10	06:30	11:00	30
S1	16:00	22:15	50
S2	15:45	22:00	55
S3	15:30	23:00	42
S4	16:30	00:30	32

Tabelle 4: Einsatzplanung im Pflegedienst

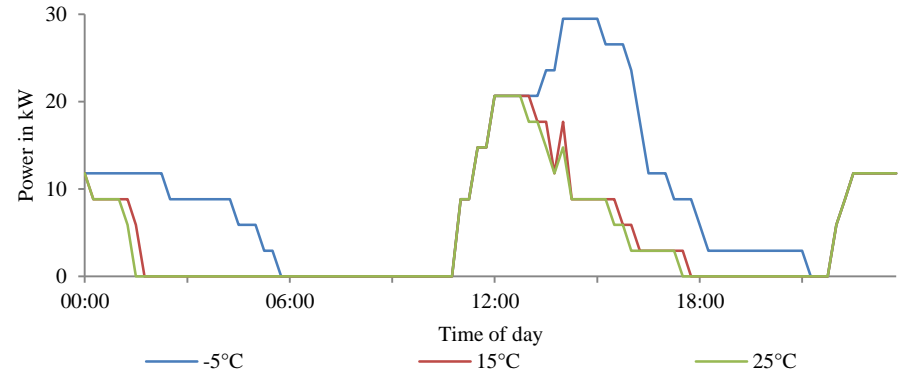


Abb. 28: Aggregierte Ladeleistung von zehn Elektrofahrzeugen unter Variation der Außentemperatur ohne Lademanagement

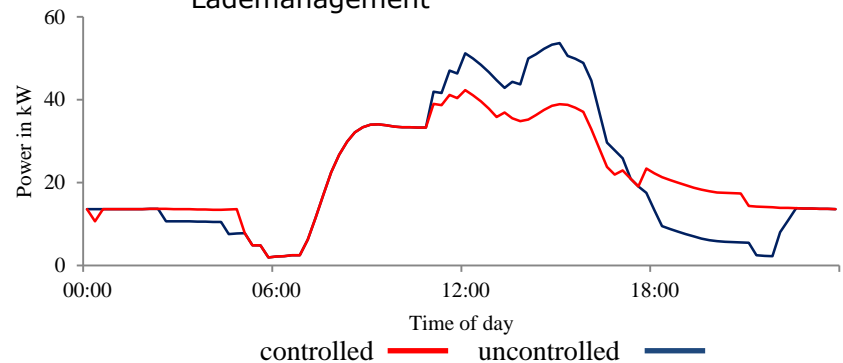


Abb. 29: Aggregierte Ladeleistung von zehn Elektrofahrzeugen und der Gebäudelast. Vergleich zwischen kontrollierter und unkontrollierter Ladung

Zusammenfassung

- Bei der Anschaffung der Ladeinfrastruktur müssen die Fahrzeugflottengröße hinsichtlich der Elektroinstallation berücksichtigt werden.
- Der Energieverbrauch unterliegt zahlreichen externen Einflüssen. Durch Messung typischer Fahrprofile lässt sich die Reichweite im Jahresverlauf bestimmen.
- Durch Messungen am Batterieteststand wird der Einfluss durch Alterung und Nutzung auf die Kapazität der Traktionsbatterie untersucht.
- Die Aufnahmefähigkeit der elektrischen Installation und des Verteilnetzes für Elektrofahrzeuge ist begrenzt. Durch Lademanagementverfahren kann die Anzahl gesteigert werden.

Kontakt

Fachhochschule Bielefeld

Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik

Wilhelm-Bertelsmann-Straße 10

33602 Bielefeld

Prof. Dr.-Ing. Jens Haubrock

Tel: 0521 106-7365

jens.haubrock@fh-bielefeld.de

Andreas Maximilian Matzel, B.Eng

Tel: 0521 106-7282

andreas_maximilian.matzel@fh-bielefeld.de