

Perspektiven der Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr der Stadt Erfurt

Prof. Dr. Matthias Gather

Prof. Dr.-Ing. Uwe Adler

Dipl.-Wirt.Ing.(FH) / M.A. Andy Apfelstädt

erwicon  2011

Anforderungen an alternative Antriebe

Gesellschaft

- Abgasemissionen
- CO₂-Emissionen
- Lärmemissionen
- Ressourcenverbrauch
- 0-Emissionsbetrieb (lokal)

Kunden (Nfz)

- Transportaufgabe
- Wirtschaftlichkeit
- Wettbewerbsvorteile
- Image

Lösungen:

- Hybridantrieb
- **Elektroantrieb mit Batterie** oder Brennstoffzelle

Batteriefahrzeug (Beispiel)



Mitsubishi iMiEV

Reichweite	ca. 150 km (NEFZ)
Batterieladezeit	ca. 6 h / 30 min (80%)
Batteriekapazität	16 kWh
Höchstgeschwindigkeit	130 km/h
Motorleistung	49 kW
Max. Drehmoment	180 Nm
Preis	ab 34.000 €

Quelle: Mitsubishi Motors Deutschland GmbH, 2011

Ein Blick in die Vergangenheit



Quelle: www.modec.co.uk

Nachteile batteriebetriebener Fahrzeuge

Anforderung	Erfüllung	Auswirkung im leichten Verteilerverkehr
Reichweite	... stark begrenzt (50 km – 200 km)	... keine, da Tagesfahrstrecken begrenzt sind; Routenverlauf i.d.R. bekannt
Verfügbarkeit	... eingeschränkt durch i.d.R. mehrstündige Ladezeiten	... kaum vorhanden, Nachladung in Nachtstunden möglich; ggf. kompletter Batteriewechsel im Fuhrpark
Nutzlast / Ladevolumen	... eingeschränkt durch Batteriegewicht / -volumen	... kaum vorhanden, bei entsprechender Auswahl des Transportgutes
Höchstgeschwindigkeit	... begrenzt durch Dauerleistungsfähigkeit des E-Antriebssystems	... im innerstädtischen Betrieb nicht relevant
Anschaffungskosten	... hoch, durch Kauf oder Leasing moderner Batterien mit großem Energieinhalt	... reduziert, da aufgrund geringer Fahrstrecken kostenoptimierte Batterien verwendet werden können

Vorteile batteriebetriebener Fahrzeuge

Anforderung	Erfüllung	Auswirkung für den Nutzer
Abgasemissionen	Keine lokalen Emissionen; ansonsten abhängig von der Art der Stromerzeugung (Kraftwerksmix)	Positive Außenwirkung und hohe Akzeptanz bei den Kunden
CO₂-Emissionen	Reduktion durch geringeren Energiebedarf des Fahrzeugs und Nutzung CO ₂ -neutraler Energieträger	Imagebildung: innovativ, verantwortungsbewusst, freundlich
Lärmemissionen	Antriebsgeräusche sehr gering	Markenbildung durch typische und unverwechselbare Fahrzeuge mit hohem Wiedererkennungswert
Ressourcenverbrauch	Substitution von Erdöl durch andere Primärenergieträger möglich	Wettbewerbsvorteile durch die Möglichkeit, sensible Gebiete zu befahren und/oder Nachtstunden zur Anlieferung zu nutzen
0-Emissionsbetrieb (lokal)	Keine Abgasemissionen im Fahrbetrieb	

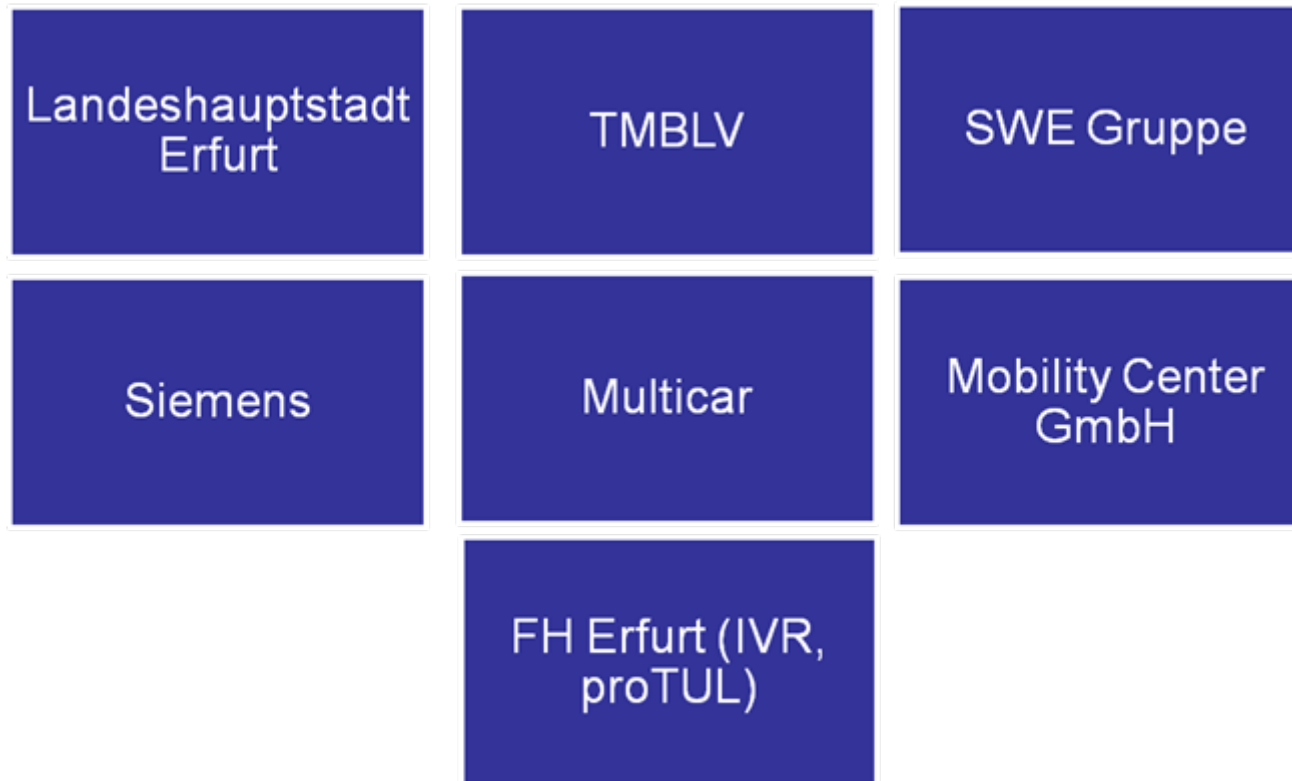
Randbedingungen für den sinnvollen Einsatz batteriebetriebener Fahrzeuge

- klar definierte Routen mit verhältnismäßig kurzen Fahrstrecken
- häufige Be- und/oder Entladevorgänge
- definierter Ausgangs- und Endpunkt der Tour (Firmengelände mit zentralen Servicemöglichkeiten)
- Flottenbetrieb
- begrenzte Anforderungen an die Transportkapazität der Fahrzeuge

Projektziele

- Identifikation geeigneter Einsatzfelder für Elektrofahrzeuge im städtischen Bereich
- Praxiserfahrungen beim Einsatz von E-Fahrzeugen (im städtischen Bereich) sowie mit der zugehörigen Infrastruktur
- Anforderungsprofile für Elektrofahrzeuge speziell für den Einsatz im städtischen Bereich (i.d.R. bei Flottenbetreibern)
- Konzeption und Aufbau eines Erprobungsfeldes für die Infrastruktur von Elektrofahrzeugen in der Stadt Erfurt

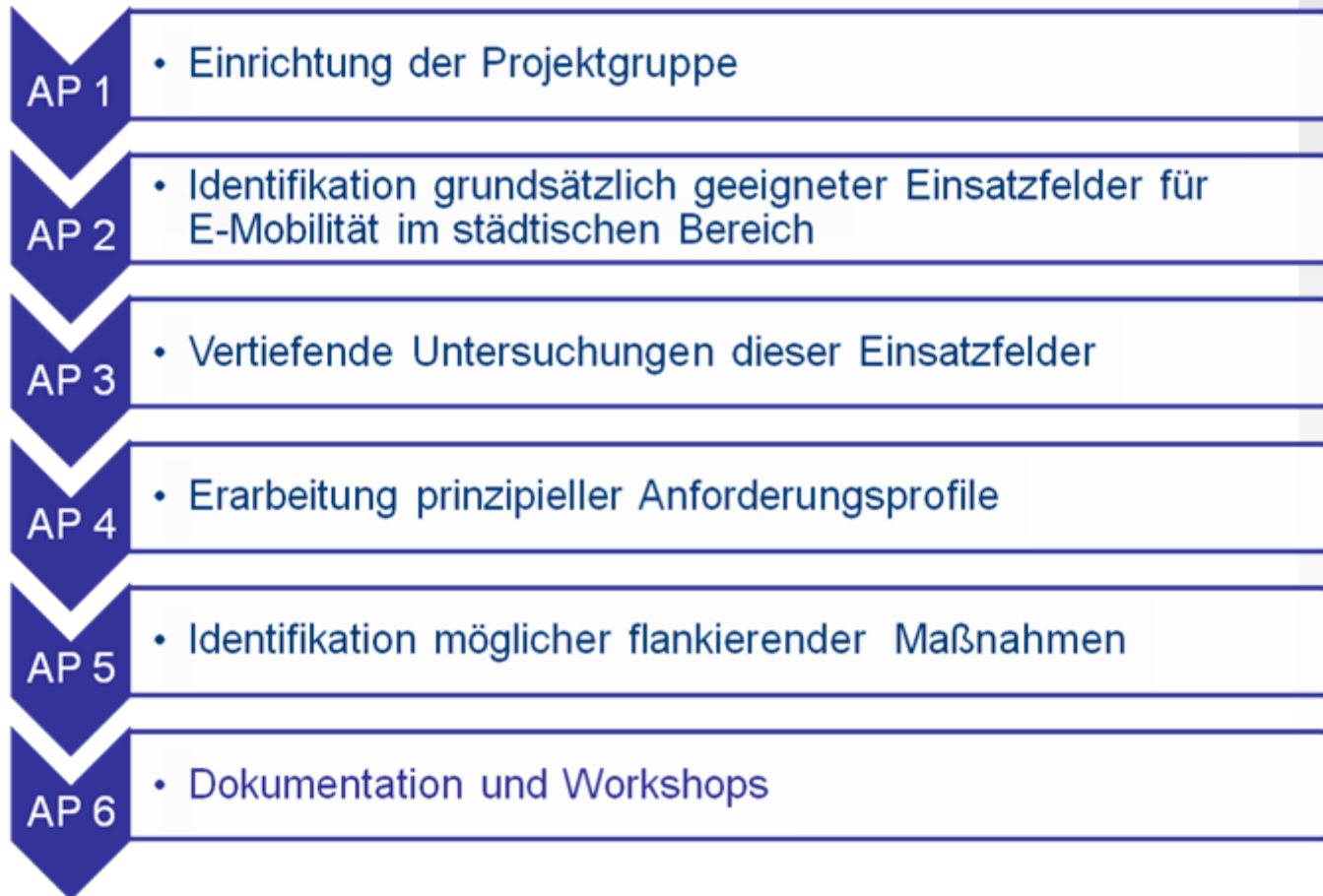
Projektpartner



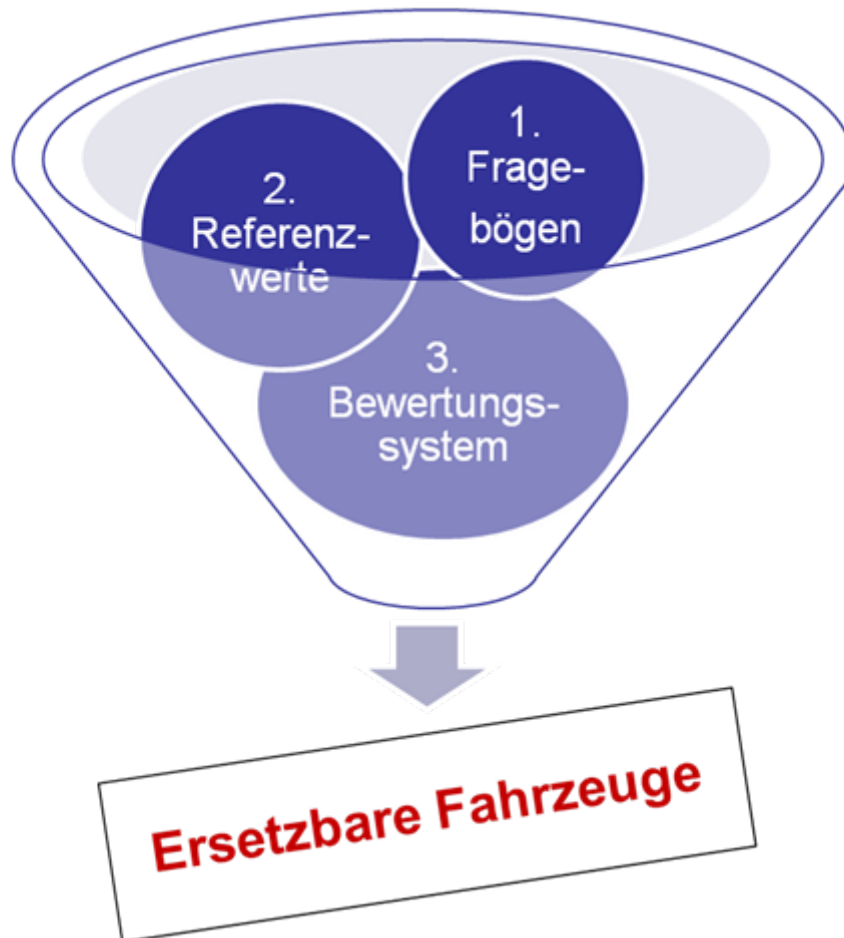
Projektphasen



Vorgehensweise



Methodik Datenanalyse



Ergebnisübersicht

1. Datenbank verfügbarer Fahrzeuge

2. Konkrete Substitutionspotentiale

3. Potentielle Fahrzeuge für Feldversuch

4. Anforderungen an E-Fahrzeuge /
Infrastruktur

5. Flankierende Maßnahmen

Erprobung von E-Mobilität in Erfurt

Datenbank verfügbarer Fahrzeuge

Inhalt:

- Modell
 - Hersteller
 - Basisfahrzeug
 - Fahrzeugtyp
 - Speicherkapazität
 - Reichweite
 - Verbrauch
 - Leistung
 - v-max
 - Sitzplätze
 - Leergewicht
 - Nutzlast
 - Preis
 - Verfügbarkeit
 - Bemerkungen und weitere Daten
 - Quelle / Link
- Umfang:** 79 Fahrzeuge

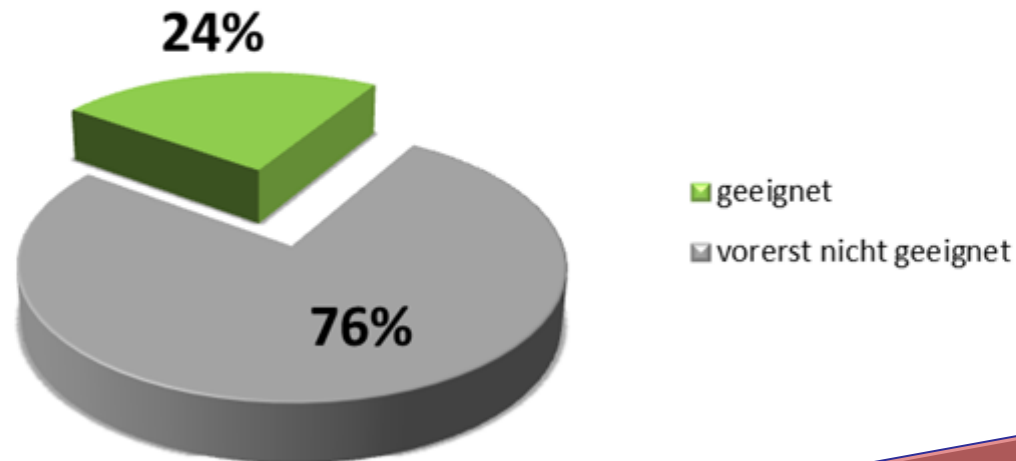
Modell	Hersteller	Basisfahrzeug	Fahrzeugtyp	Energiespeicher	Kapazität in kWh	Reichweite in km	Verbrauch in kWh	Leistung in kW	v-Max in km/h	Türen	Sitzplätze	Leergewicht in kg	Nutzlast in kg
Smart fortwo electric drive	Smart	Smart fortwo	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	16,50 kWh	135,00 km	12,22 kWh	30,00 kW	100 km/h	2	2	950 kg	165 kg
Renault Kangoo Z.E	Renault	Renault Kangoo	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	15,00 kWh	160,00 km	9,38 kWh	44,00 kW	130 km/h	3	4	1591 kg	660 kg
Renault Fluence Z.E	Renault	Renault Laguna	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	22,00 kWh	160,00 km	13,75 kWh	70,00 kW	130 km/h	4	5	1600 kg	
Fiat Fiorino Elektro	Fiat	Fiat Fiorino	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	15,00 kWh	100,00 km	15,00 kWh	30,00 kW	80 km/h	3	4	1420 kg	
Karmann E3	Karmann		Concept Car	Lithium-Ionen Batterie	26,00 kWh	170,00 km	15,29 kWh	60,00 kW	140 km/h	4	2	1492 kg	
Karabag Fiorino E Version S	Karabag	Fiat Fiorino	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	13,80 kWh	70,00 km	19,71 kWh	30,00 kW	75 km/h	2	4	1200 kg	400 kg
FEV FIAT 500 LiON DRIVE	Fiat	Fiat 500	Concept Car	Lithium-Ionen Batterie	12,00 kWh	80,00 km	15,00 kWh	60,00 kW	120 km/h	2	4	1150 kg	
Mitsubishi i-MiEV	Mitsubishi	Kleinwagen Mitsubishi	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	16,00 kWh	140,00 km	11,43 kWh	47,00 kW	130 km/h	2	4	1080 kg	
Mini E	Mini	Mini	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	35,00 kWh	250,00 km	14,00 kWh	150,00 kW	152 km/h	2	4	1465 kg	
MEGA e-City	Aixam-Mega		Personenwagen	Bleibatterie	8,00 kWh	80,00 km	10,00 kWh	8,00 kW	64 km/h	2	4	750 kg	275 kg
MEGA-Mikrotransporter Multitru	Iseki		Transporter	Bleibatterie	7,50 kWh	65,00 km	11,54 kWh	8,00 kW	45 km/h	2	3	805 kg	315 kg
Citysax	Citysax	Chevrolet Matiz	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	7,00 kWh	120,00 km	5,83 kWh	26,00 kW	130 km/h	4	4	980 kg	270 kg
Alka ATX 200E	Alka		Nutzfahrzeug	Bleibatterie		70,00 km	0,00 kWh	17,50 kW	30 km/h	2	2	820 kg	530 kg
Gem e6	Divaco		Personentransporter	Bleibatterie		50,00 km	0,00 kWh	3,70 kW	40 km/h		6	708 kg	
Luis 4U Green	Luis 4U	Luis 4U	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	32,00 kWh	200,00 km	16,00 kWh	27,00 kW	120 km/h	4	4	1830 kg	
Think City	Think City		Personenwagen	Natrium-Nickelchlorid-Ba	27,00 kWh	180,00 km	15,00 kWh	30,00 kW	100 km/h	2	4	1113 kg	283 kg
Citroën C.Zero	Citroën	Mitsubishi i-MiEV	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	16,00 kWh	130,00 km	12,31 kWh	47,00 kW	130 km/h	4	4	1080 kg	
Peugeot Ion	Peugeot	Mitsubishi i-MiEV	Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	16,00 kWh	130,00 km	12,31 kWh	47,00 kW	130 km/h	4	4	1080 kg	
Smiles Reva i (Bleibatterie)	Smiles		Personenwagen	Bleibatterie	9,60 kWh	50,00 km	19,20 kWh	13,00 kW	75 km/h	2	4	700 kg	
Smiles Reva i (Lithium-Ionen Batterie)	Smiles		Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	9,60 kWh	100,00 km	9,60 kWh	13,00 kW	75 km/h	2	4	700 kg	
Smiles REVA NXR (Lithium-Ionen Batterie)	Smiles		Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	14,00 kWh	80,00 km	17,50 kWh	25,00 kW	105 km/h	3	4	850 kg	
Smiles Tazzari Zero	Smiles		Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	16,00 kWh	140,00 km	11,43 kWh	15,00 kW	100 km/h	2	2	542 kg	195 kg
Bomobil	Bomobil		Concept Car	Lithium-Ionen Batterie		150,00 km	0,00 kWh	15,00 kW	120 km/h	2	2		400 kg
VW Space Up Blue	VW		Concept Car	Lithium-Ionen Batterie		350,00 km	0,00 kWh	45,00 kW	120 km/h	4	4	1080 kg	
VW UPLE	VW		Concept Car	Lithium-Ionen Batterie	18,00 kWh	130,00 km	13,85 kWh	60,00 kW	130 km/h	2	4	1085 kg	
Modac	Navistar-Modac	EV Alliance	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	26,00 kWh	100,00 km	26,00 kWh	75,00 kW	130 km/h	4	4	1100 kg	2000 kg
Kia Venga EV	Kia	KIA Venga	Concept Car	Lithium-Ionen Batterie	24,00 kWh	180,00 km	13,33 kWh	80,00 kW	140 km/h	4	4		
Karabag Fiorino E Version M	Karabag	Fiat Fiorino	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	20,70 kWh	100,00 km	20,70 kWh	60,00 kW	115 km/h	4	4	1200 kg	540 kg
Karabag Fiorino E Version L	Karabag	Fiat Fiorino	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	31,30 kWh	140,00 km	22,36 kWh	60,00 kW	115 km/h	4	4	1200 kg	490 kg
Karabag Doble Cargo E Version	Karabag	Fiat Doble Cargo	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	22,80 kWh	85,00 km	26,82 kWh	60,00 kW	130 km/h	4	3	1300 kg	475 kg
Karabag Doble Cargo E Version	Karabag	Fiat Doble Cargo	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	33,30 kWh	130,00 km	25,62 kWh	60,00 kW	130 km/h	4	3	1300 kg	475 kg
Smiles REVA NXR (Bleibatterie)	Smiles		Personenwagen	Bleibatterie	14,00 kWh	160,00 km	8,75 kWh	25,00 kW	80 km/h	3	4	900 kg	
Ford Transit BEV	Ford	Ford Transit	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	24,00 kWh	130,00 km	18,45 kWh	90,00 kW	80 km/h	4	4	2100 kg	1100 kg
Mercedes Benz Vito E-Cell	Mercedes Benz	Mercedes Benz Vito	Transporter	Lithium-Ionen Batterie	32,00 kWh	130,00 km	24,52 kWh	33,00 kW	80 km/h	4	4	2150 kg	900 kg
EcoCarnier ES	Eco Craft Automotive		Nutzfahrzeug	Bleibatterie	24,00 kWh	100,00 km	24,00 kWh	15,00 kW	80 km/h	2	4	1380 kg	375 kg
EcoCarnier EL	Eco Craft Automotive		Nutzfahrzeug	Bleibatterie	24,00 kWh	100,00 km	24,00 kWh	15,00 kW	80 km/h	2	3	1550 kg	750 kg
Iveco EcoDaily Electric	Iveco	Iveco EcoDaily	Transporter	Natrium-Nickelchlorid-Ba	21,20 kWh	130,00 km	16,31 kWh	60,00 kW	70 km/h	4	3	5200 kg	2150 kg
Hotzenblitz (7,2 kWh)	Treffpunkt Zukunft		Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	7,20 kWh	80,00 km	9,00 kWh	18,00 kW	120 km/h	2	2	830 kg	400 kg
Hotzenblitz (11 kWh)	Treffpunkt Zukunft		Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	11,00 kWh	120,00 km	9,17 kWh	18,00 kW	120 km/h	2	2	830 kg	400 kg
Hotzenblitz (36 kWh)	Treffpunkt Zukunft		Personenwagen	Lithium-Ionen Batterie	36,00 kWh	400,00 km	9,00 kWh	18,00 kW	120 km/h	2	2	830 kg	400 kg
MEGA-Mikrotransporter Multitru	Iseki		Transporter	Bleibatterie		60,00 km	0,00 kWh	4,00 kW	45 km/h	2	3	780 kg	190 kg
Alka ATX 100E	Alka		Nutzfahrzeug	Bleibatterie		70,00 km	0,00 kWh	17,50 kW	30 km/h	2	2	790 kg	490 kg
Alka ATX 280E	Alka		Nutzfahrzeug	Bleibatterie		100,00 km	0,00 kWh	20,00 kW	25 km/h	2	2	1150 kg	1000 kg
Renault Zoe Preview	Renault		Concept Car	Lithium-Ionen Batterie		160,00 km	0,00 kWh	60,00 kW				1392 kg	

Marktanalyse

Konkrete Substitutionspotentiale

Ersetzbarkeitsverteilung Fahrzeuge (verdichtet)

n=542



Geräteträger und Sonstige Fahrzeuge im Gesamtfuhrpark unberücksichtigt

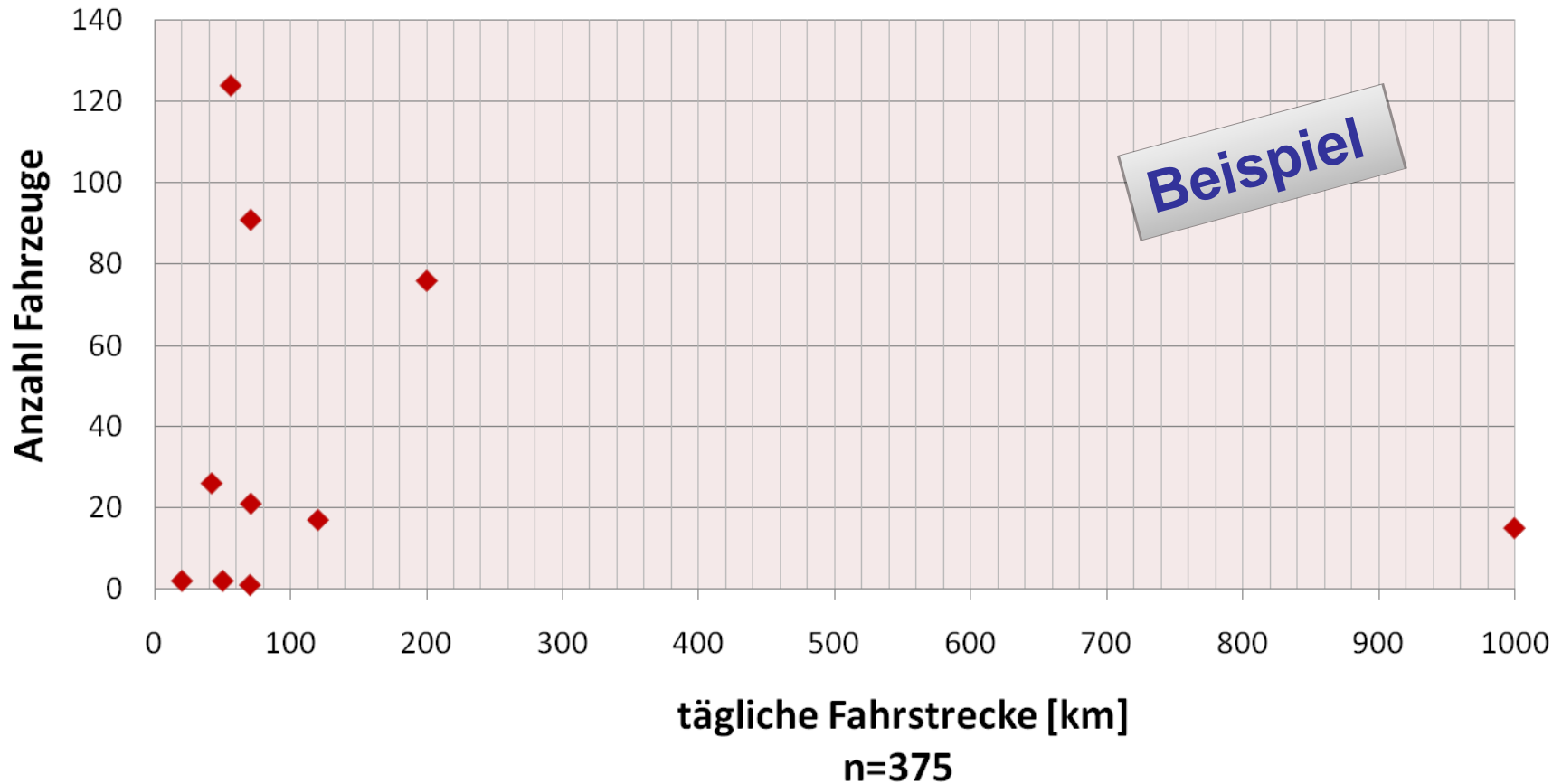
Potentielle Fahrzeuge für Feldversuch

Nutzer

1 Pkw		kann ersetzt werden
1 Pkw	Opel Corsa	kann ersetzt werden
1 Kastenwagen mit Ladefläche	VW Caddy	kann ersetzt werden
1 Pkw	Smart fortwo	kann ersetzt werden
1 Transporter		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
1 Geräteträger		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
1 Pkw		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
1 Geräteträger	Multicar	wird ersetzt
1 Transporter		Versuchsfahrzeug als Erweiterung
1 Geräteträger		Versuchsfahrzeug als Erweiterung

Anforderungen an Fahrzeuge und ...

Täglich benötigte Fahrstrecke (PKW)



Flankierende Maßnahmen

Gezielte finanzielle Förderung

- Kurzfristig / fördernd

Anpassung Fuhrparkstrukturen / innerbetrieblicher Abläufe

- Kurzfristig / fördernd

Schaffung gesetzlicher Regelungen zum Zugang sensibler Gebiete (Zonen)

- mittelfristig / restriktiv

(Auszug)

Ausblick



***Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !***

Kontakt

Frau Dipl.-Wirt.Ing.(FH) Sandra Franz
Institut Verkehr und Raum
Fachhochschule Erfurt
Altonaer Straße 25 | D-99085 Erfurt

Telefon: +49 (0) 361 6700-758
Fax: +49 (0) 361 6700-757
E-Mail : sandra.franz@fh-erfurt.de