

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Kurzfassung	III
Abstract	V
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	3
2 Stand der Forschung und Technik	5
2.1 Integration von Elektrofahrzeugen	5
2.1.1 Elektrofahrzeuge	5
2.1.2 Elektrifizierungspotential	6
2.1.3 Intelligente Systemintegration von Elektrofahrzeugen	11
2.2 Methoden des Energie- und Lademanagements für Fahrzeugflotten	14
2.2.1 Energiemanagementsystem	17
2.2.2 Lademanagementsystem	19
2.3 Methoden zur Flottendisposition	21
2.3.1 Disposition von Fahrzeugen	21
2.3.2 Kommerzielle Systeme	23
2.3.3 Statische Einsatzplanung	24
2.3.4 Dynamische Einsatzplanung	25
2.3.5 Prioritätsbasierte Zuweisung	26
2.4 Vergleich der Methoden	27
2.5 Kritik am Stand der Technik	28
2.6 Ableitung der Themenstellung	31
3 Struktur der Arbeit	33
4 Potenzialabschätzung für den Einsatz von Elektrofahrzeugen im Gewerbe	35
4.1 Mobilitätsanalyse	35
4.1.1 Statistische Analyse der Messdaten	36
4.1.2 Standortanalyse der Fahrzeuge	37
4.1.3 Zeitanalyse der Fahrzeuge	38
4.1.4 Analyse der Fahrzeuge: Fahrzeugcluster	40
4.2 Energieanalyse	41
4.3 Simulation aller Fahrten	43
4.4 Alternatives Vorgehen	45
4.4.1 Elektrisches Fahrzeugkonzept für das Gewerbe	45
4.4.2 Ausbau der Ladeinfrastruktur	46
4.5 Resümee	47
5 Dispositionsmodell mit integriertem Energie- und Lademanagement	49
5.1 Systemarchitektur	49
5.2 Teilmodelle	51
5.2.1 Fahrzeugmodell	51
5.2.2 Energieerzeuger	53
5.2.3 Energiespeicher	54

5.3	Algorithmus zur Flottendisposition mit Energie- und Lademanagement	57
5.3.1	Gemischte ganzzahlige Optimierung	57
5.3.2	Variablen	59
5.3.3	Nebenbedingungen	63
5.3.4	Zielfunktion: Kosten- und Kohlenstoffdioxid (CO_2)-Reduktion	66
5.4	Solver	67
5.5	Erweiterung für Vehicle to Grid Anwendungen	69
5.5.1	Variablen	70
5.5.2	Nebenbedingungen	71
5.5.3	Zielfunktion	71
5.6	Dispositionsmodell Eingangsgrößen	72
5.6.1	Allgemeine Simulationsparameter	72
5.6.2	Fahrten- und Flottendefinition	73
6	Ergebnisse	75
6.1	Dispositionsmodell Ausgangsgrößen	75
6.1.1	Einsatz- und Ladeplan der Fahrzeuge	75
6.1.2	Netzbezug und Ladeplan des Energiespeichers	76
6.2	Szenarienanalyse	77
6.2.1	Szenario 1: Konventionelle Fahrzeugflotte	77
6.2.2	Szenario 2: Schrittweise Substitution durch Elektrofahrzeuge	79
6.2.3	Szenario 3: Integration PV-Anlage	81
6.2.4	Szenario 4: Integration stationärer Energiespeicher	84
6.2.5	Szenario 5: Variation der Ladeinfrastruktur	86
6.2.6	Szenario 6: Vehicle to Home, Vehicle to Grid	86
6.3	Bewertung des Gesamtsystems	87
6.3.1	Plausibilisierung, Verifizierung und Validierung	88
6.3.2	Performance des Algorithmus	88
6.3.3	Einschränkungen und Übertragbarkeit	89
7	Diskussion	91
7.1	Allgemeine Bewertung	91
7.2	Aufzeigen des Optimierungspotentials	92
7.2.1	Kosten- und Emissionseinsparungen	92
7.2.2	Verbesserungen und Möglichkeiten zur Zusammensetzung des Fuhrparks	93
7.2.3	Möglichkeiten zur Zusammensetzung der energetischen Infrastruktur	93
7.3	Möglichkeit zur technischen Umsetzung und Weiterentwicklung	94
7.4	Relevanz	95
7.4.1	Wissenschaftlich	95
7.4.2	Gesellschaftlich	96
7.4.3	Industriell	96
8	Zusammenfassung und Ausblick	99
	Abbildungsverzeichnis	101
	Tabellenverzeichnis	105
	Formelverzeichnis	107
	Abkürzungen	113
	Literaturverzeichnis	115

Vorveröffentlichungsliste	143
Anhang	147