

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	V
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	2
1.2. Aufbau der Arbeit	4
2. Stand der Forschung und Technik	5
2.1. Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen	5
2.1.1. Einfluss der Fahrzeugparameter	5
2.1.2. Einflussfaktoren auf das Fahrprofil	9
2.2. Methoden zur Energieverbrauchsprädiktion	11
2.2.1. Modellbasierte Verfahren	11
2.2.2. Kartenbasierte Verfahren	12
2.2.3. Datenbasierte Verfahren	14
2.2.4. Vergleich der Verfahren	15
2.2.5. Nutzung der Prädiktionsverfahren für Anwendungen	16
2.3. Diskussion des Stands der Technik	16
2.4. Ableitung der Themenstellung	19
3. Lösungsansatz	21
3.1. Lösungsansätze zur fahrprofilbasierten Energieverbrauchsprädiktion	21
3.2. Vorgehen	24
4. Nutzung von Fahrprofilen zur Energieverbrauchsprädiktion	25
4.1. Datenerfassung	25
4.1.1. Sammlung von Fahrprofilen	26
4.1.2. Simulation des Energieverbrauchs	27
4.1.3. Nutzung von Umgebungsdaten	31
4.2. Einfluss des Fahrprofils auf den Energieverbrauch	36
4.3. Aufbereitung der Fahrprofile	38
4.3.1. Extraktion von statistischen Fahrprofilkennzahlen	38
4.3.2. Bestimmung der Straßensegmente	40
5. Zentraler Prädiktionsansatz	47
5.1. Systemüberblick	47
5.2. Berücksichtigung der Fahrzeugparameter	51
5.2.1. Modellierung des Antriebsstrangs	51
5.2.2. Normierung des Energieverbrauchs	52
5.2.3. Berücksichtigung von Fahrzeugparameteränderungen	54
5.2.4. Modellierung des Energiebedarfs der Nebenverbraucher	59
5.3. Prädiktion des fahrprofilabhängigen Energieverbrauchs	61
5.3.1. Prädiktion der Energieverbrauchsschwankungen	62

5.3.2. Prädiktion der Fahrprofilabweichung	68
5.4. Ergebnisse des zentralen Prädiktionsansatzes	76
5.4.1. Bewertung des Prädiktionsansatzes	76
5.4.2. Prädiktion des maximalen Energieverbrauchs	79
6. Dezentraler Prädiktionsansatz	81
6.1. Systemüberblick	81
6.2. Prädiktion des Energieverbrauchs	83
6.2.1. Vorgehen zur Modellerstellung	84
6.2.2. Lineares Regressionsmodell	84
6.2.3. Support-Vector-Regression	88
6.3. Ergebnisse des dezentralen Prädiktionsansatzes	92
7. Anwendungen der Energieverbrauchsprädiktion	95
7.1. Systemarchitektur	95
7.2. Navigation für Elektrofahrzeuge	96
7.3. Realisierte prototypische Anwendungen	99
8. Diskussion und Ausblick	101
8.1. Nutzung von Fahrprofilen zur Energieverbrauchsprädiktion	101
8.2. Vergleich und Bewertung der beiden Prädiktionsansätze	102
8.3. Gesamtbewertung und Ausblick	104
9. Zusammenfassung	107
Abbildungsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis	v
Literaturverzeichnis	xxiii
Studentische Arbeiten	xxiii
Eigene Veröffentlichungen	xxvi
Anhang	xxix
A. Technische Daten der Fahrzeuge	xxix
B. Prädiktion der Reisezeit	xxx
C. Statistische Grundlagen	xxxii
D. Grundlagen zu Machine Learning	xl