

# Inhaltsverzeichnis

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>  | <b>xiii</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>  | <b>xv</b>   |
| <b>Zeichenerklärung</b>   | <b>xvii</b> |
| <b>1 Einführung</b>   | <b>1</b>    |
| 1.1 Motivation  | 1           |
| 1.2 Stand der Technik   | 3           |
| 1.2.1 Wissenschaftliche Arbeiten und Forschungsprojekte                         | 3           |
| 1.2.2 Kommerzielle Informations- und Assistenzsysteme                           | 5           |
| 1.2.3 Fazit zum Stand der Technik   | 6           |
| 1.3 Zielsetzung der Arbeit  | 6           |
| 1.3.1 Randbedingungen   | 7           |
| 1.4 Aufbau der Arbeit   | 8           |
| <b>2 Grundlagen der Fahrzeuglängsführung</b>                                    | <b>9</b>    |
| 2.1 Begriffsdefinitionen  | 9           |
| 2.1.1 Fahrzeugkoordinatensystem   | 9           |
| 2.1.2 Betriebszustände während eines Ausrollmanövers                            | 10          |
| 2.2 Fahrzeuglängsdynamik  | 11          |
| 2.2.1 Fahrwiderstände   | 12          |
| 2.2.2 Bewegungsgleichung  | 20          |
| 2.3 Kraftstoffverbrauch   | 21          |
| 2.3.1 Einflussfaktoren  | 21          |
| 2.3.2 Kraftstoffeinsparung  | 22          |
| 2.4 Simulationsumgebung   | 24          |
| 2.4.1 Validierung   | 25          |
| <b>3 Fahrstrategien zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs</b>                    | <b>29</b>   |
| 3.1 Annäherung an ortsfeste Geschwindigkeitsbeschränkungen                      | 29          |
| 3.1.1 Verzögerung im Schubbetrieb   | 30          |
| 3.1.2 Energetische Bewertung von Segeln, Freilauf und Schubabschaltung          | 31          |
| 3.1.3 Vorteilhaftigkeit von Segelmanövern für Elektrofahrzeuge                  | 34          |
| 3.1.4 Bewertung der Verzögerung hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Zeitbedarf | 35          |
| 3.2 Konstantfahrt- und Beschleunigungssituationen                               | 39          |
| 3.2.1 Zeitwert  | 39          |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 3.2.2    | Bewertung der Beschleunigung hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Zeitbedarf . . . . .   | 42         |
| 3.2.3    | Optimierung der Fahrzeugbeschleunigung . . . . .   | 45         |
| 3.2.4    | Vergleich des Einsparpotentials von Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgängen . . . . . | 50         |
| 3.3      | Fahrten in Steigungen und Gefällen . . . . .   | 52         |
| 3.3.1    | Strategien bei Nutzfahrzeugen . . . . .  | 53         |
| 3.3.2    | Topografiestrategie für große Gefälle . . . . .  | 56         |
| 3.3.3    | Topografiestrategie für mittlere Gefälle . . . . .                                       | 57         |
| 3.4      | Folgen eines vorausfahrenden Fahrzeugs . . . . .   | 62         |
| 3.4.1    | Definition des Handlungsraums . . . . .  | 63         |
| 3.4.2    | Strategie zur Annäherung an Vorderfahrzeuge . . . . .                                    | 65         |
| 3.5      | Zusammenfassung der Fahrstrategien . . . . .   | 68         |
| <b>4</b> | <b>Systementwurf</b>   | <b>71</b>  |
| 4.1      | Eingangsdaten . . . . .  | 71         |
| 4.1.1    | Sensitivitätsanalyse Fahrwiderstände . . . . .   | 73         |
| 4.2      | Funktionsanforderungen . . . . .   | 78         |
| 4.2.1    | Anforderungen an die Funktionsgenauigkeit . . . . .                                      | 78         |
| 4.2.2    | Anforderungen an die Fahrzeugdaten . . . . .   | 81         |
| 4.2.3    | Anforderungen an Bedienung und Anzeige . . . . .   | 81         |
| 4.2.4    | Anforderungen an die Funktionale Sicherheit . . . . .                                    | 81         |
| 4.3      | Umsetzung . . . . .  | 81         |
| 4.3.1    | Berechnung Fahrzeugdynamik . . . . .   | 82         |
| 4.3.2    | Systemarchitektur . . . . .  | 89         |
| 4.3.3    | Manöverplanung und Manöverregelung . . . . .   | 90         |
| 4.3.4    | Abstandsregelung . . . . .   | 93         |
| <b>5</b> | <b>Prototypische Realisierung &amp; Bewertung</b>  | <b>101</b> |
| 5.1      | Funktionsbeschreibung . . . . .  | 101        |
| 5.2      | Bedienung und Anzeige . . . . .  | 102        |
| 5.3      | Validierung im Fahrversuch . . . . .   | 103        |
| 5.3.1    | Verbrauchseinsparung auf Referenzstrecke . . . . .                                       | 104        |
| 5.3.2    | Verbrauchseinsparung bei Abstandsregelung . . . . .                                      | 106        |
| 5.4      | Kundenakzeptanz . . . . .  | 108        |
| 5.5      | Verkehrliche Wirkung . . . . .   | 111        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>  | <b>113</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>115</b> |
|          | <b>Index</b>   | <b>121</b> |
|          | <b>Anhang</b>  | <b>123</b> |
| 1        | Fahrzeug- und Umweltparameter . . . . .  | 123        |
| 2        | Ermittlung des optimalen Betriebszustands im Ausrollmanöver . . . . .                    | 125        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 3.2.2    | Bewertung der Beschleunigung hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Zeitbedarf . . . . .   | 42         |
| 3.2.3    | Optimierung der Fahrzeugbeschleunigung . . . . .   | 45         |
| 3.2.4    | Vergleich des Einsparpotentials von Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgängen . . . . . | 50         |
| 3.3      | Fahrten in Steigungen und Gefällen . . . . .   | 52         |
| 3.3.1    | Strategien bei Nutzfahrzeugen . . . . .  | 53         |
| 3.3.2    | Topografiestrategie für große Gefälle . . . . .  | 56         |
| 3.3.3    | Topografiestrategie für mittlere Gefälle . . . . .                                       | 57         |
| 3.4      | Folgen eines vorausfahrenden Fahrzeugs . . . . .   | 62         |
| 3.4.1    | Definition des Handlungsraums . . . . .  | 63         |
| 3.4.2    | Strategie zur Annäherung an Vorderfahrzeuge . . . . .                                    | 65         |
| 3.5      | Zusammenfassung der Fahrstrategien . . . . .   | 68         |
| <b>4</b> | <b>Systementwurf</b>   | <b>71</b>  |
| 4.1      | Eingangsdaten . . . . .  | 71         |
| 4.1.1    | Sensitivitätsanalyse Fahrwiderstände . . . . .   | 73         |
| 4.2      | Funktionsanforderungen . . . . .   | 78         |
| 4.2.1    | Anforderungen an die Funktionsgenauigkeit . . . . .                                      | 78         |
| 4.2.2    | Anforderungen an die Fahrzeugdaten . . . . .   | 81         |
| 4.2.3    | Anforderungen an Bedienung und Anzeige . . . . .   | 81         |
| 4.2.4    | Anforderungen an die Funktionale Sicherheit . . . . .                                    | 81         |
| 4.3      | Umsetzung . . . . .  | 81         |
| 4.3.1    | Berechnung Fahrzeugdynamik . . . . .   | 82         |
| 4.3.2    | Systemarchitektur . . . . .  | 89         |
| 4.3.3    | Manöverplanung und Manöverregelung . . . . .   | 90         |
| 4.3.4    | Abstandsregelung . . . . .   | 93         |
| <b>5</b> | <b>Prototypische Realisierung &amp; Bewertung</b>  | <b>101</b> |
| 5.1      | Funktionsbeschreibung . . . . .  | 101        |
| 5.2      | Bedienung und Anzeige . . . . .  | 102        |
| 5.3      | Validierung im Fahrversuch . . . . .   | 103        |
| 5.3.1    | Verbrauchseinsparung auf Referenzstrecke . . . . .                                       | 104        |
| 5.3.2    | Verbrauchseinsparung bei Abstandsregelung . . . . .                                      | 106        |
| 5.4      | Kundenakzeptanz . . . . .  | 108        |
| 5.5      | Verkehrliche Wirkung . . . . .   | 111        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>  | <b>113</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>115</b> |
|          | <b>Index</b>   | <b>121</b> |
|          | <b>Anhang</b>  | <b>123</b> |
| 1        | Fahrzeug- und Umweltparameter . . . . .  | 123        |
| 2        | Ermittlung des optimalen Betriebszustands im Ausrollmanöver . . . . .                    | 125        |