

# Inhaltsverzeichnis

- Bibliografische Beschreibung ..... VII**
- Vorwort.....XI**
- Abkürzungen, Formelzeichen und Indizes..... XVII**
- 1 Einleitung..... 1**
- 2 Forschungsumfeld, Handlungsbedarf und Vorgehensweise..... 5**
  - 2.1 Stand der Forschung im Umfeld der Antriebskonzeptprognosen..... 5
  - 2.2 Handlungsbedarf, Zielsetzung und Abgrenzung der Arbeit ..... 10
  - 2.3 Vorgehensweise, Methodikübersicht und Aufbau der Arbeit ..... 12
- 3 Grundlagen, technischer Stand und Perspektiven der Fahrzeugantriebstechnologien ..... 15**
  - 3.1 Antriebsstrangkomponenten ..... 15
  - 3.2 Antriebskonzepte und -topologien..... 27
- 4 Methodisches Vorgehen und Methodikaufbau ..... 31**
  - 4.1 Methoden der Prognostik und Methodikeinordnung ..... 31
    - 4.1.1 Methoden der Prognostik..... 31
    - 4.1.2 Methodikanforderungen..... 35
    - 4.1.3 Methodikbestandteile und Methodikeinordnung ..... 36
  - 4.2 Methodikaufbau und Ablaufplan ..... 39
    - 4.2.1 Gesamtstruktur und Prozessablauf..... 40
    - 4.2.2 Strukturebenen ..... 41
  - 4.3 Datenbasis und Technologiedatenbank..... 45
  - 4.4 Ansatz der Modellierung und Simulation ..... 46
    - 4.4.1 Simulationsumgebung und Programmiersprache ..... 47
    - 4.4.2 Modellierung und Simulation ..... 49
- 5 Anforderungsspezifische Modellierung im Simulationsmodell ..... 53**
  - 5.1 Fahrzeug- und Antriebsstrangmodellierung ..... 55
    - 5.1.1 Fahrzeug und Fahrumgebung ..... 55
    - 5.1.2 Antriebsstrang..... 60
  - 5.2 Komponentenmodellierung und -skalierung ..... 64
    - 5.2.1 Modellierung des Komponentenbetriebs..... 64
    - 5.2.2 Ansätze der Komponentenskalierung ..... 74
    - 5.2.3 Einfluss der Skalierung auf die Technologieeffizienz ..... 83
    - 5.2.4 Einfluss der Skalierung auf sonstige Komponenteneigenschaften ..... 87
    - 5.2.5 Skalierung des Verbrennungsmotors ..... 90
  - 5.3 Simulation des Fahrbetriebs..... 105

5.3.1 Zyklussimulation.....	106
5.3.2 Beschleunigungssimulation .....	108
5.3.3 Betrieb bei Höchstgeschwindigkeit und Steigfahrt.....	110
<b>6 Prognosen zu Antriebsstrangkomponenten.....</b>	<b>113</b>
6.1 Vorgehensweise und Prämissen.....	113
6.2 Metaanalyse im Forschungsumfeld .....	115
6.3 Modelleinbindung prognostizierter Komponenteneigenschaften .....	119
6.3.1 Technologieeffizienz.....	120
6.3.2 Konstruktive Technologieeigenschaften und Kostenmerkmale .....	123
<b>7 Systematische Analyse der zukünftigen Potenziale von Antriebskonzepten.....</b>	<b>125</b>
7.1 Systematik der Antriebskonzeptanalyse .....	125
7.2 Objektiver Konzeptvergleich .....	127
7.2.1 Bedingungen eines objektiven Konzeptvergleichs .....	127
7.2.2 Technologische Randbedingungen der Antriebsstrangauslegung .....	128
7.2.3 Optimierter Fahrbetrieb .....	131
7.3 Antriebsstrangauslegung.....	135
7.3.1 Auslegungssystematik.....	136
7.3.2 Bewertung.....	139
7.3.3 Technologische Potenziale mittels optimaler Antriebsstrangauslegung ...	141
<b>8 Anwendung und Ergebnisdiskussion .....</b>	<b>145</b>
8.1 Validierung und Plausibilisierung.....	146
8.1.1 Fahrbetrieb und Fahreigenschaften.....	146
8.1.2 Antriebsstrangauslegung und Prognoseeinbindung.....	151
8.1.3 Gesamtmethodik .....	159
8.2 Analyse A: Verbrennungsmotorischer Parallelhybrid .....	167
8.2.1 Analysiertes Szenario und Zielsetzung der Analyse.....	168
8.2.2 Analyse zukünftiger technologischer Potenziale .....	169
8.2.3 Szenariovariation und Fehleranalyse .....	172
8.2.4 Diskussion der Ergebnisse .....	173
8.3 Analyse B: Batterie- und brennstoffzellenelektrisches Antriebskonzept.....	175
8.3.1 Analysiertes Szenario und Zielsetzung der Analyse.....	175
8.3.2 Gegenüberstellung zukünftiger technologischer Potenziale.....	177
8.3.3 Analyse zukünftiger Konzepteinsatzszenarien .....	180
8.3.4 Szenariovariation und Fehleranalyse .....	183
8.3.5 Einflussanalyse.....	189
8.3.6 Diskussion der Ergebnisse .....	194
<b>9 Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>199</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>203</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>213</b>

---

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>217</b>
<b>A Programmiertechnische Umsetzung .....</b>	<b>219</b>
<b>B Bewertung von Antriebskonzepten .....</b>	<b>221</b>
<b>C Datenbasis und Ergebnisse der Methodikanwendung .....</b>	<b>225</b>
C.1 Komponentenprognosen .....	225
C.2 Fahrzeug- und Konfigurationsdaten.....	230
C.3 Ergebnisdaten.....	234