

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung und Struktur	2
2	Planungsproblem	5
2.1	Perspektive der Hersteller	5
2.2	Europäische Gesetzgebung	6
2.3	Automobilmarkt	9
2.3.1	Gesetzgeber	10
2.3.2	Kunden	10
2.3.3	Hersteller	11
2.4	Modellanforderungen	12
3	Literaturüberblick	13
3.1	Modelle zur Marktdiffusion und zur Simulation des Automobilmarkts . . .	13
3.2	Technologieentscheidungsmodelle	20
3.3	Integrierte Simulations- und Optimierungsmodelle	23
4	Simulationsmodell	27
4.1	Modellannahmen	28
4.2	Vereinfachte Modulbeschreibung	29
4.2.1	Modul Hersteller	29
4.2.2	Modul Kunde	29
4.2.3	Modul Gesetzgeber	30

4.3	Erweiterungen	30
4.3.1	Modul Hersteller: Fahrzeugangebot	32
4.3.2	Modul Hersteller: Wettbewerb	32
4.3.3	Modul Hersteller: Einbindung des Optimierungsmodells zur Technologieplanung	33
4.3.4	Modul Kunde: Mehrere Fahrzeuge pro Haushalt	35
4.3.5	Modul Kunde: Kaufentscheidung	35
4.3.6	Modul Gesetzgeber: Extrapolation auf EU	39
4.4	Zusammenfassung	39
5	Optimierungsmodell	41
5.1	Modellannahmen	41
5.2	Modellierung von Emissionsminderungsmaßnahmen	43
5.3	Erweiterungen	47
5.3.1	Übergangsphase	47
5.3.2	Gewichtsabhängige Flottenziele	47
5.3.3	Super Credits und Öko-Innovationen	48
5.3.4	Neue Berechnung des Flottenziels mit der WLTP Gesetzgebung und dem ZLEVs Faktor	49
5.4	Zusammenfassung	50
6	Validierung und Fallstudie	51
6.1	Datengrundlage	51
6.1.1	Kundendaten	52
6.1.2	Fahrzeugdaten	53
6.1.3	Marktanteile zu Simulationsbeginn	57
6.1.4	Parameter: Infrastruktur, elektrischer Antrieb und Kraftstoffpreise	58
6.1.5	Parameter: Technologien für konventionelle Fahrzeuge zur Emissionsreduzierung	59
6.1.6	Modellannahmen	59
6.2	Verifizierung und Validierung	61
6.2.1	Verifizierung	62

6.2.2 Validierung	62
6.3 Basisfall	67
6.4 Szenarien	77
6.4.1 Szenario 1: Einfluss von PHEVs und BEVs auf Technologiekosten .	79
6.4.2 Szenario 2: Reduktionsziel 55 % im Jahr 2030	83
6.4.3 Szenario 3: Technologiekosten	86
6.4.4 Szenario 4: Einführungszeitpunkte BEVs	89
6.5 Ableitung von Handlungsempfehlungen	95
6.5.1 Handlungsempfehlungen an die Hersteller	96
6.5.2 Handlungsempfehlungen an die Politik	98
7 Fazit und Ausblick	101
7.1 Zusammenfassung	101
7.2 Kritische Würdigung	103
7.3 Ausblick	104
A Exkurs: Geradensteigung in 2021	117
B Optimierungsmodell	121