

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Akronymverzeichnis .....	XXIII	
Symbolverzeichnis.....	XXXII	
Abbildungsverzeichnis.....	XXXVII	
Tabellenverzeichnis.....	XLIII	
<b>1</b>	<b>Einleitung in den Einsatz von alternativen Antriebstechniken in der Citylogistik.....</b>	<b>1</b>
1.1	Das Realproblem des Einsatzes von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen im Kurier-, Express- und Paketsegment der Citylogistik .....	1
1.2	Betriebswirtschaftliche Desiderate hinsichtlich des Realproblems .....	9
1.3	State of the Art in Bezug auf die betriebswirtschaftlichen Desiderate .....	9
1.4	Wissenschaftliche Probleme zum Einsatz alternativer Antriebstechniken in der Citylogistik.....	14
1.5	Wissenschaftliche Arbeitstechniken zur Bearbeitung der wissenschaftlichen Probleme.....	15
1.6	Intendierte wissenschaftliche Ergebnisse .....	16
1.7	Argumentationsfluss und Aufbau der Dissertation .....	17
<b>2</b>	<b>Forschungsschwerpunkte der Untersuchung .....</b>	<b>22</b>
2.1	Technologische Aspekte der Elektromobilität .....	22
2.1.1	Festlegung der betrachteten Nutzfahrzeugarten .....	22
2.1.2	Teil- und vollelektrischen Antriebstechniken im Kraftfahrzeugbau .....	25
2.1.2.1	Mikrohybrid-Antrieb .....	25
2.1.2.2	Mildhybrid-Antrieb .....	26
2.1.2.3	Vollhybrid-Antrieb .....	27
2.1.2.3.1	Charakteristika des Vollhybrid-Antriebs.....	27
2.1.2.3.2	Paralleler Hybrid-Antrieb .....	27

2.1.2.3.3	Serieller Hybrid-Antrieb.....	28
2.1.2.3.4	Plug-in-Hybrid-Antrieb .....	29
2.1.2.3.5	Antrieb mit Range Extender .....	30
2.1.2.4	Batterieelektrischer Antrieb.....	30
2.1.2.5	Brennstoffzellen-Antrieb .....	32
2.1.3	Kernkomponenten eines Elektrofahrzeugs .....	33
2.1.3.1	Elektromotor .....	33
2.1.3.2	Leistungselektronik .....	35
2.1.3.3	Batterie.....	36
2.1.3.3.1	Funktionsweise von Batterien .....	36
2.1.3.3.2	Blei-Säure-Batterie .....	39
2.1.3.3.3	Nickel-Cadmium-Batterie .....	40
2.1.3.3.4	Nickel-Metallhybrid-Batterie .....	40
2.1.3.3.5	Natrium-Nickelchlorid-Batterie.....	40
2.1.3.3.6	Lithium-Ionen-Batterie.....	41
2.1.4	Ladeinfrastruktur .....	44
2.1.4.1	Ladesysteme .....	44
2.1.4.2	Ladebetriebsarten.....	45
2.1.4.3	Steckvorrichtungen .....	49
2.1.4.4	Differenzierung von Ladepunkten.....	49
2.2	Perspektiven der Grünen Logistik .....	52
2.2.1	Konzept der Nachhaltigkeit.....	52
2.2.2	Ökologische Nachhaltigkeit als Kern der Grünen Logistik.....	54
2.2.3	Teilbereiche der Grünen Logistik.....	55
2.3	Logistiksegment der Citylogistik.....	59
2.3.1	Begriffsbestimmung von Citylogistik .....	59

2.3.2	Anspruchsgruppen in der Citylogistik .....	60
2.3.3	Darstellung ausgewählter Strategien für die Citylogistik .....	62
2.3.3.1	Städtische Sammel- und Verteilzentren .....	62
2.3.3.2	Umweltzonen .....	64
2.3.3.3	Gesonderte Lieferzeiten .....	65
2.3.3.4	Einsatz von Elektronutzfahrzeugen in der Paketzustellung des KEP-Segments .....	67
<b>3</b>	<b>Rohstoffe für Elektrofahrzeuge.....</b>	<b>70</b>
3.1	Begriffsbestimmung von kritischen Rohstoffen .....	70
3.2	Globale Fördermengen von kritischen Rohstoffen für Elektrofahrzeuge .....	72
3.3	Kritikalität von Rohstoffen für Elektrofahrzeuge .....	75
3.4	Analyse des Rohstoffbedarfs von Graphit, Lithium, Kobalt und Nickel für die Batterieproduktion .....	81
3.5	Nachhaltigkeit des Rohstoffeinsatzes in der Batterieproduktion .....	91
3.5.1	Gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen der Rohstoffförderung .....	91
3.5.2	Nachhaltigkeitsanalyse der Rohstoffe Graphit, Kobalt, Lithium und Nickel unter Anwendung der Scoring-Technik .....	92
3.5.2.1	Einführung in die Scoring-Technik .....	92
3.5.2.2	Ökonomische Bewertung der ausgewählten Batterierohstoffe .....	94
3.5.2.3	Gesellschaftliche Bewertung der ausgewählten Batterierohstoffe .....	98
3.5.2.4	Ökologische Bewertung der ausgewählten Batterierohstoffe .....	106
3.5.3	Einsatz der Blockchain-Technologie zur exemplarischen Rückverfolgung des Rohstoffs Kobalt innerhalb der Lieferkette .....	112
<b>4</b>	<b>Kriterienkatalog zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen .....</b>	<b>117</b>
4.1	Abgrenzung monetärer und nicht-monetärer Bewertungskriterien .....	117

4.2	Literaturanalyse zur Identifikation relevanter Bewertungstechniken und Bewertungskriterien für die Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	120
4.2.1	Methodische Grundlagen der vorliegenden Literaturanalyse.....	120
4.2.2	Durchführung der Literaturanalyse .....	127
4.2.3	Ergebnisse der Literaturanalyse.....	143
4.2.4	Limitationen der Literaturanalyse .....	147
4.3	Nutzfahrzeugspezifischer Kriterienkatalog .....	149
4.3.1	Einleitende Anmerkungen zur Vorgehensweise.....	149
4.3.2	Ökonomische Kriterien.....	150
4.3.2.1	Überblick über die ökonomischen Kriterien .....	150
4.3.2.2	Kostenkriterien .....	151
4.3.2.2.1	Entscheidungsrelevante Kostenkriterien .....	151
4.3.2.2.1.1	Kriterium „Anschaffungskosten“ .....	151
4.3.2.2.1.2	Kriterium „Dieselkraftstoff- oder Stromkosten“ .....	153
4.3.2.2.1.3	Kriterium „Fahrerschulungskosten“ .....	154
4.3.2.2.1.4	Kriterium „Hauptuntersuchungskosten“.....	155
4.3.2.2.1.5	Kriterium „Kraftfahrzeugsteuer“ .....	156
4.3.2.2.1.6	Kriterium „Kraftfahrzeugversicherungskosten“.....	156
4.3.2.2.1.7	Kriterium „Reparatur- und Wartungskosten“.....	157
4.3.2.2.2	Nicht entscheidungsrelevante Kostenkriterien .....	159
4.3.2.3	Erlöskriterien .....	167
4.3.2.3.1	Kriterium „Zusatzerlöse durch den Fahrzeugrestwert“ .....	167
4.3.2.3.2	Kriterium „Zusatzerlöse durch das Unternehmensimage“ .....	168
4.3.2.3.2.1	Definition des Kriteriums „Zusatzerlöse durch das Unternehmensimage“ .....	168
4.3.2.3.2.2	Risiken von Greenwashing durch Elektronutzfahrzeuge .....	169

4.3.2.3.2.3	Ansatz zur Quantifizierung der imagebedingten Zusatzerlöse durch den Einsatz von Elektronutzfahrzeugen im KEP-Segment .....	172
4.3.2.3.2.3.1	Strom aus erneuerbaren Energien als Referenzprodukt für die Quantifizierung der imagebedingten Zusatzerlöse .....	172
4.3.2.3.2.3.2	Zahlungsbereitschaft für Strom aus erneuerbaren Energien.....	173
4.3.2.3.2.3.3	Berechnung der imagebedingten Zusatzerlöse von Elektronutzfahrzeugen.....	174
4.3.2.3.3	Kriterium „Zusatzerlöse durch Vehicle-to-Grid“ .....	178
4.3.2.3.3.1	Definition des Kriteriums „Zusatzerlöse durch Vehicle-to-Grid“.....	178
4.3.2.3.3.2	Technische und wirtschaftliche Aspekte des Vehicle-to-Grid-Konzepts .....	179
4.3.2.3.3.3	Ermittlung der Zusatzerlöse von Elektronutzfahrzeugen durch Vehicle-to-Grid.....	182
4.3.2.4	Zusammenfassung der ökonomischen Kriterien .....	185
4.3.3	Ökologische Kriterien.....	186
4.3.3.1	Überblick über die ökologischen Kriterien .....	186
4.3.3.2	Kriterium „Treibhausgasemissionen“.....	187
4.3.3.2.1	Definition des Kriteriums „Treibhausgasemissionen“ .....	187
4.3.3.2.2	Betrachtung der Treibhausgasemissionen in Deutschland .....	189
4.3.3.2.3	Zusammensetzung des deutschen Strommix .....	190
4.3.3.2.4	Ermittlung der Treibhausgasemissionen von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	191
4.3.3.2.5	Ausblick auf die Entwicklung des deutschen Strommix .....	195
4.3.3.3	Kriterium „Feinstaubemissionen“ .....	198
4.3.3.3.1	Definition des Kriteriums „Feinstaubemissionen“ .....	198
4.3.3.3.2	Betrachtung der Feinstaubemissionen in Deutschland .....	199
4.3.3.3.3	Gesundheitsgefährdung durch Feinstaub.....	202

4.3.3.3.4	Ermittlung der Feinstaubemissionen von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	203
4.3.3.4	Kriterium „Stickoxidemissionen“ .....	208
4.3.3.4.1	Definition des Kriteriums „Stickoxidemissionen“ .....	208
4.3.3.4.2	Betrachtung der Stickoxidemissionen in Deutschland .....	208
4.3.3.4.3	Gesundheitsgefährdung durch Stickoxidemissionen.....	211
4.3.3.4.4	Ermittlung der Stickoxidemissionen von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	212
4.3.3.5	Kriterium „Lärmemissionen“ .....	215
4.3.3.5.1	Definition des Kriteriums „Lärmemissionen“ .....	215
4.3.3.5.2	Wahrnehmung von Verkehrslärm in der Bevölkerung.....	216
4.3.3.5.3	Gesundheitsgefährdung durch Lärm .....	217
4.3.3.5.4	Ermittlung der Lärmemissionen von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	218
4.3.3.6	Zusammenfassung der ökologischen Kriterien .....	222
4.3.4	Gesellschaftliche Kriterien .....	222
4.3.4.1	Überblick über die gesellschaftlichen Kriterien .....	222
4.3.4.2	Kriterium „Energiesicherheit unter dem Aspekt der Preisstabilität“.....	223
4.3.4.2.1	Definition des Kriteriums .....	223
4.3.4.2.2	Betrachtung der Versorgungssicherheit und der Preisstabilität von Dieselkraftstoff und Strom in Deutschland .....	225
4.3.4.2.3	Ermittlung der Energiesicherheit von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	232
4.3.4.3	Kriterium „externe Kosten“.....	236
4.3.4.3.1	Definition des Kriteriums „externe Kosten“ .....	236
4.3.4.3.2	Vorgehen bei der Monetarisierung verkehrsbezogener externer Effekte .....	237

4.3.4.3.3	Ermittlung der externen Kosten von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	242
4.3.4.4	Kriterium „Nutzerakzeptanz beim Zustellpersonal“ .....	246
4.3.4.4.1	Definition des Kriteriums „Nutzerakzeptanz beim Zustellpersonal“ .....	246
4.3.4.4.2	Darstellung von Akzeptanzfaktoren für Diesel- und Elektronutzfahrzeuge.....	246
4.3.4.4.3	Ermittlung der Nutzerakzeptanz von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	249
4.3.4.5	Kriterium „Unfallrisiko im Niedergeschwindigkeitsbereich“ .....	250
4.3.4.5.1	Definition des Kriteriums „Unfallrisiko im Niedergeschwindigkeitsbereich“ .....	250
4.3.4.5.2	Forschungsstand zum Unfallrisiko von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen.....	251
4.3.4.5.3	Einsatz von akustischen Warnsystemen zur Unfallvermeidung.....	254
4.3.4.5.4	Ermittlung des Unfallrisikos von Diesel- und Elektronutzfahrzeugen im Niedergeschwindigkeitsbereich für die Wirtschaftlichkeitsanalyse...	255
4.3.4.6	Zusammenfassung der gesellschaftlichen Kriterien .....	256
4.3.5	Technische Kriterien.....	256
4.3.5.1	Überblick über die technischen Kriterien .....	256
4.3.5.2	Kriterium „Beschleunigung“ .....	257
4.3.5.3	Kriterium „Energieverbrauch“ .....	258
4.3.5.4	Kriterium „Höchstgeschwindigkeit“ .....	259
4.3.5.5	Kriterium „Laderaumvolumen“.....	261
4.3.5.6	Kriterium „Modellangebot“.....	261
4.3.5.7	Kriterium „Nutzlast“ .....	264
4.3.5.8	Kriterium „Reichweite“ .....	265
4.3.5.9	Kriterium „Tank- oder Ladedauer“ .....	268
4.3.5.10	Kriterium „Wendekreis“ .....	271

---

4.3.5.11	Zusammenfassung der technischen Kriterien.....	271
4.3.6	Politische Kriterien .....	272
4.3.6.1	Überblick über die politischen Kriterien .....	272
4.3.6.2	Kriterium „Sonderfahrstreifen für Elektronutzfahrzeuge“ .....	274
4.3.6.3	Kriterium „Sonderparkrechte für Elektronutzfahrzeuge“ .....	276
4.3.6.4	Kriterium „Subventionen für Elektronutzfahrzeuge“ .....	280
4.3.6.5	Zusammenfassung der politischen Kriterien .....	282
<b>5</b>	<b>Grundlagen multikriterieller Bewertungstechniken .....</b>	<b>283</b>
5.1	Auswahl einer Technik für die Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen .....	283
5.1.1	Vorgehensweise bei der Auswahl einer Bewertungstechnik.....	283
5.1.2	Einführung in die betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie .....	284
5.1.2.1	Entscheidungsbegriff .....	284
5.1.2.2	Bestandteile des Entscheidungsprozesses .....	285
5.1.2.2.1	Objektsystem .....	285
5.1.2.2.2	Subjektsystem .....	286
5.1.2.3	Abgrenzung multikriterieller Bewertungstechniken .....	290
5.1.3	Erweiterte Wirtschaftlichkeitsanalysen als Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen .....	292
5.1.3.1	Begriffsbestimmung von Wirtschaftlichkeit .....	292
5.1.3.2	Darlegung der entscheidungslogischen Prämissen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen...	293
5.1.3.3	Einordnung der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen in den Bereich der erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysen.....	295
5.1.4	Definition von Metakriterien zur Auswahl einer MADM- Bewertungstechnik für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	300

---

5.1.5	Überblick zu ausgewählten MADM-Techniken für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	303
5.1.5.1	AHP und ANP .....	303
5.1.5.2	ELECTRE .....	305
5.1.5.3	PROMETHEE .....	307
5.1.5.4	TOPSIS .....	308
5.1.6	Metakriterielle Auswahl einer geeigneten MADM-Technik zur Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	310
5.2	Grundlogik des Analytic Network Process .....	317
5.2.1	Der ANP als Generalisierung des AHP .....	317
5.2.2	Axiome des ANP .....	322
5.2.3	Erläuterung der ANP-Basisvariante .....	325
5.2.3.1	Überblick über die Verfahrensschritte .....	325
5.2.3.2	Aufbau des Entscheidungsnetzwerks .....	326
5.2.3.3	Bildung von relativen Paarvergleichsurteilen .....	328
5.2.3.4	Ermittlung von Prioritätenvektoren auf der Basis von Evaluationsmatrizen .....	332
5.2.3.5	Durchführung der Konsistenzprüfung für die Evaluationsmatrizen .....	337
5.2.3.6	Durchführung der Supermatrixoperationen .....	340
5.2.3.6.1	Bestimmung der Komponenteneinflussmatrix .....	340
5.2.3.6.2	Bildung der ungewichteten Supermatrix .....	342
5.2.3.6.3	Berechnung der gewichteten Supermatrix .....	344
5.2.3.6.4	Ermittlung der potenzierten Supermatrix .....	345
5.2.3.7	Durchführung einer Sensitivitätsanalyse .....	347
5.2.4	Erweiterung der ANP-Basisvariante um absolute Bewertungen .....	348
5.2.4.1	Überblick über die Arten der absoluten Bewertungen .....	348
5.2.4.2	Absolute Bewertung auf Basis von Intensitäten .....	349

5.2.4.3	Absolute Bewertung auf Basis von Nutzenfunktionen.....	352
5.2.4.4	Absolute Bewertung auf Basis einer direkten Bewertung.....	353
5.3	Grundlogik eines Künstlichen Neuronalen Netzes vom Typ des Self-Enforcing Networks .....	356
5.3.1	Grundzüge von Künstlichen Neuronalen Netzen .....	356
5.3.1.1	Die biologische Gehirnfunktion als Vorbild Künstlicher Neuronaler Netze .....	356
5.3.1.2	Grundbausteine von Künstlichen Neuronalen Netzen.....	361
5.3.1.2.1	Funktionsweise eines künstlichen Neurons .....	361
5.3.1.2.2	Netzwerkarchitekturen von Künstlichen Neuronalen Netzen .....	366
5.3.1.2.3	Lernfähigkeit von Künstlichen Neuronalen Netzen .....	372
5.3.1.2.3.1	Lernparadigmen.....	372
5.3.1.2.3.2	Lernregeln.....	376
5.3.2	Metakriterielle Eignungsprüfung eines Künstlichen Neuronalen Netzes vom Typ des Self-Enforcing Networks zur Wirtschaftlichkeitsanalyse von Nutzfahrzeugen .....	382
5.3.3	Konzeptionelle Grundlagen des Self-Enforcing Networks .....	390
5.3.3.1	Einbindung des Self-Enforcing Networks in einen entscheidungstheoretischen Bezugsrahmen als Vorbereitung für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	390
5.3.3.2	Netzwerkarchitektur des Self-Enforcing Networks.....	395
5.3.3.3	Aufbau und Funktionsweise des Self-Enforcing Networks für die Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen...	397
5.3.3.3.1	Erster Teil des Self-Enforcing Networks: Eingabeschnittstellen .....	397
5.3.3.3.1.1	Attribute-Editor .....	397
5.3.3.3.1.2	Semantische Matrix .....	401
5.3.3.3.1.3	Editor zur Erfassung von Eingabevektoren .....	407
5.3.3.3.2	Zweiter Teil des Self-Enforcing Networks: Gewichtsmatrix .....	408

5.3.3.3.2.1	Kompakte Ansicht für die Self-Enforcing Rule .....	408
5.3.3.3.2.2	Experten Ansicht für die Self-Enforcing Rule .....	412
5.3.3.3.2.3	Kompakte Ansicht für die Adaptive Self-Enforcing Rule.....	414
5.3.3.3.2.4	Aktivierungsfunktionen .....	416
5.3.3.3.3	Dritter Teil des Self-Enforcing Networks: Visualisierungen .....	421
5.3.3.3.3.1	Tabellarische Ergebnisse .....	421
5.3.3.3.3.2	Karten-Visualisierung.....	423
5.3.3.3.3.3	SEN-Visualisierung.....	424
5.3.3.3.3.4	Rangliste .....	427
5.3.3.3.3.5	Distanz-Visualisierung .....	428
<b>6</b>	<b>Wirtschaftlichkeitsanalyse des Einsatzes von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen im KEP-Segment der Citylogistik....</b>	<b>431</b>
6.1	Basisannahmen für die Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	431
6.2	Darstellung der Nutzfahrzeugalternativen.....	434
6.3	Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen auf der Grundlage des Analytic Network Process .....	441
6.3.1	Systematisierung des nutzfahrzeugspezifischen Kriterienkatalogs in Form eines Entscheidungsnetzwerks.....	441
6.3.1.1	Festlegung der Grundstruktur des Entscheidungsnetzwerks .....	441
6.3.1.2	Systematisierung der Komponenten und Kriterien innerhalb des Entscheidungsnetzwerks .....	443
6.3.2	Gewichtung der nutzfahrzeugspezifischen Kriterien .....	468
6.3.2.1	Festlegung der Komponenteneinflussmatrix .....	468
6.3.2.2	Festlegung der ungewichteten Supermatrix .....	482
6.3.2.2.1	Vorgehensweise beim Aufbau der ungewichteten Supermatrix.....	482
6.3.2.2.2	Aufbau der Blockmatrix $W_{1,1}$ .....	483
6.3.2.2.3	Aufbau der Blockmatrix $W_{1,2}$ .....	491

---

6.3.2.2.4	Aufbau der Blockmatrix W <sub>1,3</sub> .....	492
6.3.2.2.5	Aufbau der Blockmatrix W <sub>1,4</sub> .....	494
6.3.2.2.6	Aufbau der Blockmatrix W <sub>1,5</sub> .....	502
6.3.2.2.7	Aufbau der Blockmatrix W <sub>2,1</sub> .....	503
6.3.2.2.8	Aufbau der Blockmatrix W <sub>2,3</sub> .....	507
6.3.2.2.9	Aufbau der Blockmatrix W <sub>3,1</sub> .....	510
6.3.2.2.10	Aufbau der Blockmatrix W <sub>3,3</sub> .....	514
6.3.2.2.11	Aufbau der Blockmatrix W <sub>3,4</sub> .....	515
6.3.2.2.12	Aufbau der Blockmatrix W <sub>3,5</sub> .....	516
6.3.2.2.13	Aufbau der Blockmatrix W <sub>4,1</sub> .....	516
6.3.2.2.14	Aufbau der Blockmatrix W <sub>4,2</sub> .....	529
6.3.2.2.15	Aufbau der Blockmatrix W <sub>4,3</sub> .....	540
6.3.2.2.16	Aufbau der Blockmatrix W <sub>4,4</sub> .....	546
6.3.2.2.17	Aufbau der Blockmatrix W <sub>5,1</sub> .....	554
6.3.2.2.18	Aufbau der Blockmatrix W <sub>5,3</sub> .....	554
6.3.2.2.19	Aufbau der Blockmatrix W <sub>5,4</sub> .....	556
6.3.2.2.20	Zusammenfassung der Blockmatrizen in der ungewichteten Supermatrix .....	557
6.3.2.3	Festlegung der gewichteten Supermatrix .....	559
6.3.2.4	Festlegung der potenzierten Supermatrix .....	564
6.3.3	Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen hinsichtlich der nutzfahrzeugspezifischen Kriterien auf Basis der absoluten Bewertung .....	570
6.3.3.1	Vorgehensweise bei der absoluten Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen .....	570
6.3.3.2	Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen hinsichtlich der ökonomischen Kriterien .....	573

---

6.3.3.3	Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen hinsichtlich der ökologischen Kriterien.....	589
6.3.3.4	Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen hinsichtlich der gesellschaftlichen Kriterien .....	602
6.3.3.5	Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen hinsichtlich der technischen Kriterien .....	613
6.3.3.6	Bewertung der Nutzfahrzeugalternativen hinsichtlich der politischen Kriterien .....	625
6.3.4	Identifizierung der wirtschaftlich vorteilhaftesten Nutzfahrzeugalternative im Rahmen der ANP-gestützten Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	631
6.3.5	Durchführung einer Sensitivitätsanalyse für die ANP-gestützte Wirtschaftlichkeitsanalyse auf der Basis des Szenarios 2025 .....	634
6.4	Wirtschaftlichkeitsanalyse von Diesel- versus Elektronutzfahrzeugen auf der Grundlage des Self-Enforcing Networks .....	652
6.4.1	Einleitende Hinweise zur Verwendung des Self-Enforcing Networks als eine Technik zur Entscheidungsunterstützung.....	652
6.4.2	Konstruktion des Self-Enforcing Networks .....	653
6.4.2.1	Eingabe der nutzfahrzeugspezifischen Kriterien über den Attribute-Editor.....	653
6.4.2.2	Aufbau der semantischen Matrix.....	659
6.4.2.2.1	Erfassung der Nutzfahrzeugalternativen im Modus Rohdaten.....	659
6.4.2.2.2	Normalisierung der Kriterienausprägungen im Modus Normalisiert.....	662
6.4.2.2.3	Gewichtung der normalisierten Kriterienausprägungen im Modus Gewichtet .....	664
6.4.2.3	Festlegung der optimalen Nutzfahrzeugalternative als Referenztyp .....	666
6.4.2.4	Bestimmung der Gewichtsmatrix .....	669
6.4.2.5	Anwendung der Aktivierungsfunktionen und SEN-Visualisierungen ....	674

---

6.4.3	Identifizierung der wirtschaftlich vorteilhaftesten Nutzfahrzeugalternativen im Rahmen der SEN-gestützten Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	690
6.4.4	Durchführung einer Sensitivitätsanalyse für die SEN-gestützte Wirtschaftlichkeitsanalyse auf der Basis des Szenarios 2025 .....	690
6.5	Vergleich der Ergebnisse und eingesetzten Softwares aus der ANP- und SEN-gestützten Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	716
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>723</b>
7.1	Überprüfung der intendierten wissenschaftlichen Ergebnisse.....	723
7.2	Limitationen der Forschungsarbeit.....	725
7.3	Ausblick auf zukünftigen Forschungsbedarf.....	728
<b>Literaturverzeichnis.....</b>		<b>730</b>