

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>XV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>XIX</b>
<b>Symbolverzeichnis .....</b>	<b>XXI</b>
<b>Einheitenverzeichnis .....</b>	<b>XXVII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage und Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise .....	4
<b>2 Produktionsbezogener Umweltschutz in der Automobilindustrie.....</b>	<b>7</b>
2.1 Definitionen und Abgrenzung des Untersuchungsrahmens.....	7
2.2 Produktion von Automobilen.....	13
2.2.1 Fertigungsverfahren und -technologien .....	13
2.2.2 Kühlwassersysteme .....	15
2.3 Umweltrelevanz der Automobilproduktion .....	19
2.3.1 Rohstoffverbrauch .....	19
2.3.2 Abfallerzeugung.....	21
2.3.3 Wasserverschmutzung .....	23
2.3.4 Luftverunreinigung .....	24
2.3.5 Energiebedarf .....	26
2.4 Wandel umweltbezogener Rahmenbedingungen .....	28
2.4.1 Energie- und Rohstoffmärkte .....	28
2.4.2 Politisch-rechtliches Umfeld.....	31
2.4.3 Kunde als Treiber für Veränderungen.....	33
2.5 Umweltschutzmaßnahmen .....	35

2.5.1	Klassifizierung der Umweltschutzmaßnahmen nach VDI 3800 .....	35
2.5.2	Produktionsbezogene Umweltschutzmaßnahmen am Beispiel von Kühlwasserkreisläufen .....	37
2.5.3	Hemmnisse für die Umsetzung produktionsbezogener Umweltschutzmaßnahmen .....	40
<b>3</b>	<b>Investitionsplanung produktionsbezogener Umweltschutzmaßnahmen .....</b>	<b>43</b>
3.1	Investitionsplanung produktionsbezogener Umweltschutzmaßnahmen als Entscheidungsproblem .....	43
3.1.1	Gegenstand der Investitionsplanung .....	43
3.1.2	Formale Darstellung des Investitionsplanungsprozesses .....	47
3.1.3	Modellbasierte Investitionsplanung .....	50
3.2	Anforderungen an eine Entscheidungsunterstützung bei der Planung von Investitionen in produktionsbezogene Umweltschutzmaßnahmen .....	53
3.3	Ansätze zur Entscheidungsunterstützung bei der Planung von Investitionen in produktionsbezogene Umweltschutzmaßnahmen .....	56
3.3.1	Ansätze zur Systemmodellierung .....	56
3.3.2	Verfahren der Investitionsrechnung .....	67
3.3.3	Ausgewählte Entscheidungsmodelle zur Bestimmung eines effizienten Maßnahmenbündels .....	75
3.3.4	Berücksichtigung von Unsicherheit .....	81
3.4	Fazit .....	83
<b>4</b>	<b>Konzeption eines Entscheidungsunterstützungssystems zur modellbasierten Investitionsplanung produktionsbezogener Umweltschutzmaßnahmen .....</b>	<b>85</b>
4.1	Konzeptioneller Ansatz .....	85
4.2	Systemmodellierung zur Identifikation und technischen Bewertung von Maßnahmen .....	88
4.2.1	Entwicklung eines Stoff- und Energiestrommodells .....	88
4.2.2	Identifikation geeigneter Maßnahmen .....	95
4.2.3	Technische Bewertung von Maßnahmen .....	96
4.3	Ökonomische Bewertung und Vorauswahl von Maßnahmen .....	97

---

4.3.1	Erforderliche Eingangsgrößen .....	97
4.3.2	Bestimmung des Wertgerüsts.....	101
4.4	Entscheidungsmodell zur Bestimmung eines effizienten Maßnahmenbündels.....	103
4.4.1	Darstellung grundlegender Annahmen .....	103
4.4.2	Formulierung des mathematischen Entscheidungsmodells.....	104
4.4.3	Strukturvalidierung.....	109
4.4.4	Klassifikation und Lösung des Entscheidungsmodells.....	110
4.5	Fazit.....	111
<b>5</b>	<b>Fallstudie Kühlwasserkreisläufe in der Automobilindustrie .....</b>	<b>113</b>
5.1	Ausgangslage.....	113
5.2	Bestimmung technisch zulässiger Maßnahmen .....	116
5.2.1	Entwicklung eines Stoff- und Energiestrommodells.....	116
5.2.2	Erhebung spezifischer Verbesserungsmaßnahmen .....	128
5.2.3	Technische Bewertung von Maßnahmen .....	131
5.3	Ökonomische Bewertung und Vorauswahl von Maßnahmen .....	136
5.4	Auswahl eines effizienten Maßnahmenbündels .....	140
5.4.1	Beschreibung der Entscheidungssituation.....	140
5.4.2	Implementierung des Entscheidungsmodells und ausgewählte Ergebnisse.....	141
5.4.3	Sensitivitätsanalyse .....	145
5.5	Schlussfolgerungen und Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	148
<b>6</b>	<b>Kritische Würdigung und Ausblick .....</b>	<b>151</b>
6.1	Kritische Würdigung des Entscheidungsunterstützungssystems.....	151
6.2	Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.....	155
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>157</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>161</b>