

Ralf Roß

Die aluminiumintensive Pkw-Karosserie

Ihre Folgen für die natürliche Umwelt
und die Wirtschaft



PETER LANG
Europäischer Verlag der Wissenschaften



Inhaltsverzeichnis

Einführung; Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	1
1 Konzeptionelle Grundlagen der Untersuchung	5
1.1 Generelles Konzept der Technikfolgenabschätzung als Ausgangsbasis für die Untersuchung	5
1.1.1 Zukunftsforschung als Ausgangsbasis für die Technikfolgenabschätzung	5
1.1.2 Grundgedanke, Klassifikation und Begriffsabgrenzung von Technikfolgenabschätzung	6
1.1.3 Verfahren und Methoden für die Durchführung von Technikfolgenabschätzungen	9
1.1.4 Anpassung des Grundverfahrens für Analysen in privaten Unternehmen	13
1.2 Darstellung des in dieser Untersuchung verfolgten Verfahrens	14
1.2.1 Genereller Aufbau der Untersuchung	14
1.2.2 Darstellung der Einzelschritte	16
1.2.2.1 Schritt 1: Schwächenanalyse/ Ableiten des Zielsystems und Festlegen der zukünftigen Zielprioritäten	16
1.2.2.2 Schritt 2: Zusammenstellen der technischen Lösungsmöglichkeiten	20
1.2.2.3 Schritt 3: Technische Informationen zur aluminiumintensiven Karosserie, Bewerten ihres Potentials und Ableiten einer Ziel-/Mittel-Matrix	20
1.2.2.4 Schritt 4: Künftige Perspektiven des Einsatzes von Aluminium	23
1.2.2.5 Schritt 5: Wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgewirkungen des Einsatzes von Aluminium im Karosseriebereich	25
1.2.3 Methodische Aspekte der Untersuchungskonzeption und Abgrenzen des Untersuchungsumfangs	26
1.2.3.1 Allgemeine Einsatzmöglichkeiten von Untersuchungsmethoden	26
1.2.3.2 Methodeinsatz in der vorliegenden Untersuchung	28
1.2.3.3 Abgrenzen des Untersuchungsumfangs	30

VIII

2	Abschätzung der Folgewirkungen der aluminiumintensiven Pkw-Karosserie für die natürliche Umwelt und die Wirtschaft	31
2.1	Schwächenanalyse/ Ableiten des Zielsystems und Festlegen der zukünftigen Zielprioritäten	31
2.1.1	Schwächenanalyse	31
2.1.2	Beschreibung der festgestellten Schwächen	33
2.1.2.1	Schwäche 1: Ausstoß klimagefährdender Kohlendioxid-Emissionen	33
2.1.2.2	Schwäche 2: Ausstoß sonstiger gasförmiger Schadstoffe	39
2.1.2.3	Schwäche 3: Vollständige Abhängigkeit von Rohölprodukten	41
2.1.2.4	Schwäche 4: Jährliche Abfallmengen/ hoher Ressourceneinsatz	44
2.1.2.5	Schwäche 5: Geringeres Sicherheitsniveau als konkurrierende Verkehrsmittel	46
2.1.3	Formulieren der künftigen Entwicklungsziele	49
2.1.4	Stellenwert der Entwicklungsziele im Spiegel der öffentlichen Meinung	50
2.2	Zusammenstellen der technischen Lösungsmöglichkeiten	52
2.2.1	Entwicklungsziel: Reduzierung der CO ₂ -Emissionen	52
2.2.1.1	Ansatzpunkte zur Zielerreichung	52
2.2.1.2	Teilziel 1: Verringerung des Energieverbrauchs	53
2.2.1.2.1	Maßnahmen zur Reduzierung des Leistungsbedarfs	53
2.2.1.2.2	Maßnahmen zur Erhöhung des Gesamt-Wirkungsgrads	62
2.2.1.3	Teilziel 2: Einsatz alternativer Energieträger für Fahrzeugantriebe	64
2.2.1.3.1	Überblick über mögliche Alternativen	64
2.2.1.3.2	Bewertung der Alternativen hinsichtlich der CO ₂ -Emissionen	72
2.2.2	Entwicklungsziel: Reduzierung der Emission sonstiger gasförmiger Schadstoffe	75
2.2.2.1	Ansatzpunkte zur Zielerreichung	75
2.2.2.2	Teilziel 1: Verringerung des Energieverbrauchs	76
2.2.2.3	Teilziel 2: Verringerung der Rohemissionen	76
2.2.2.3.1	Optimierung der Verbrennung	76
2.2.2.3.2	Einsatz optimierter konventioneller Kraftstoffe	77

IX

2.2.2.4 Teilziel 3: Reduzierung der Schadstoffmenge im Abgas	78
2.2.2.5 Teilziel 4: Einsatz alternativer Energieträger für Fahrzeugantriebe	78
2.2.3 Entwicklungsziel: Reduzierung der Abhängigkeit von Rohölprodukten	81
2.2.3.1 Ansatzpunkte zur Zielerreichung	81
2.2.3.2 Teilziel 1: Verringerung des Energieverbrauchs	81
2.2.3.3 Teilziel 2: Einsatz alternativer Energieträger für Fahrzeugantriebe	81
2.2.4 Entwicklungsziel: Verminderung der Abfallmenge/ Ressourcenschonung	82
2.2.4.1 Ansatzpunkte zur Zielerreichung	82
2.2.4.2 Teilziel 1: Verringerung der Abfallmengen im Produktionsprozeß	83
2.2.4.3 Teilziel 2: Verringerung der Abfallmengen während der Betriebsdauer des Fahrzeugs	83
2.2.4.4 Teilziel 3: Verringerung der Abfallmengen im Entsorgungsfall	84
2.2.5 Entwicklungsziel: Erhöhung des Sicherheitsniveaus	88
2.2.5.1 Ansatzpunkte zur Zielerreichung	88
2.2.5.2 Teilziel 1: Erhöhung der „aktiven Sicherheit“	90
2.2.5.3 Teilziel 2: Erhöhung der „passiven Sicherheit“	91
2.3 Technische Informationen zur aluminiumintensiven Karosserie, Bewerten ihres Potentials und Ableiten einer Ziel-/Mittel-Matrix	94
2.3.1 Aluminium - Gewinnung, Verarbeitung, Einsatzgebiete und Recycling	94
2.3.1.1 Allgemeines	94
2.3.1.2 Vorkommen und Gewinnung von Aluminium und Aluminiumlegierungen	96
2.3.1.2.1 Rohstoffbasis und -reichweite von Aluminium	96
2.3.1.2.2 Primäraluminium	97
2.3.1.2.3 Sekundäraluminium/ Recyclingpotential des Werkstoffs	98
2.3.1.2.4 Aluminiumlegierungen	102
2.3.1.3 Hauptanwendungsgebiete von Aluminiumwerkstoffen	102
2.3.2 Anforderungen, Konzeptionen und Ausführungen von Pkw-Karosserien	104
2.3.2.1 Abgrenzung der Begriffe „Karosserie“ und „aluminiumintensive	

Karosserie“	104
2.3.2.2 Anforderungen an eine Fahrzeugkarosserie	104
2.3.2.3 Grundlegende Karosseriekonzeptionen	106
2.3.2.4 Ausführungen von Pkw-Karosserien	107
2.3.2.4.1 Selbsttragende Ganz-Stahlkarosserie	107
2.3.2.4.2 Stahlkarosserie mit Aluminium-Anbauteilen	109
2.3.2.4.3 Selbsttragende Ganz-Aluminiumkarosserien	110
2.3.2.4.4 Karosserien mit Aluminium Space-frame Technologie	112
2.3.2.4.5 Sonstige Baumuster aluminiumintensiver Karosserien	118
2.3.3 Vergleich unterschiedlicher Karosseriekonzeptionen	118
2.3.3.1 Herstellungskosten	118
2.3.3.2 Crashesicherheit	121
2.3.3.3 Reparaturmöglichkeiten und -kosten	122
2.3.3.4 Gesamtenergieverbrauch von Fahrzeugen mit Stahl- und Aluminiumkarosserie	124
2.3.3.5 Zusammenfassung der Bewertung	129
2.3.4 Erreichbarkeit der Entwicklungsziele durch die aluminiumintensive Karosserie	131
2.3.4.1 Vorbemerkung zur Ergebnisdarstellung	131
2.3.4.2 Erläuterung der bestehenden Interdependenzen	133
2.4 Perspektiven des Einsatzes von Aluminium im Karosseriebereich	136
2.4.1 Determinanten für den Einsatz von Aluminium im Karosseriebereich	136
2.4.2 Entwicklungspotential der dominierenden Einflußgrößen	143
2.4.3 Szenarien für die Durchsetzung der Aluminiumkarosserie	148
2.4.3.1 Vorgehensweise bei der Szenarioentwicklung	148
2.4.3.2 Diskussion der Grundsätze der Szenarioableitung	149
2.4.3.3 Darstellung von Szenario 1	150
2.4.3.4 Darstellung von Szenario 2	152
2.4.3.5 Darstellung von Szenario 3	153
2.4.3.6 Mögliche Störeinflüsse auf die Szenarioentwicklung	154
2.5 Wirtschaftliche und ökologische Folgewirkungen des Einsatzes von Aluminium im Karosseriebereich	157

2.5.1 Identifikation relevanter Umfeldbereiche	157
2.5.2 Modell zur Bestimmung der Folgewirkungen	160
2.5.2.1 Grundlagen des Modells	160
2.5.2.2 Definition der zur Abschätzung der Folgewirkungen notwendigen Beurteilungsgrößen	161
2.5.2.3 Aufbau des mathematischen Modells	162
2.5.2.4 Ableitung der noch fehlenden Szenariowerte	178
2.5.3 Ökologische Folgewirkungen	185
2.5.3.1 Betrachtungen zur Energiebilanz unterschiedlicher Karosseriematerialien	185
2.5.3.2 Zurechenbare CO ₂ -Emissionen unterschiedlicher Karosseriematerialien	185
2.5.3.2.1 Weltweite Betrachtung der CO ₂ -Emissionen	185
2.5.3.2.2 Entwicklung im Untersuchungsgebiet	187
2.5.3.3 Recyclingmöglichkeiten	189
2.5.3.3.1 Recycling von Stahlfahrzeugen	189
2.5.3.3.1.1 Grundlegende Aspekte des Stahlrecyclings	189
2.5.3.3.1.2 Recycling von Stahlfahrzeugen	189
2.5.3.3.2 Recycling von Aluminiumfahrzeugen	190
2.5.3.3.2.1 Technische Aspekte	190
2.5.3.3.2.2 Entwicklung des Schrott-Deckungsgrads	191
2.5.3.3.3 Vergleich der Recyclingeigenschaften	192
2.5.4 Gesamtwirtschaftliche Folgen	193
2.5.4.1 Folgewirkungen für einzelne Zweige des verarbeitenden Gewerbes	193
2.5.4.1.1 Folgewirkungen für die deutsche Eisen- und Stahlindustrie	193
2.5.4.1.1.1 Bedeutung, Struktur und Perspektiven der deutschen Eisen- und Stahlindustrie	193
2.5.4.1.1.2 Bedeutung der Produktion von Karosserieblech	197
2.5.4.1.1.3 Folgewirkungen für die deutsche Stahlindustrie	199
2.5.4.1.2 Folgewirkungen für die deutsche Aluminiumindustrie	202
2.5.4.1.2.1 Bedeutung, Struktur und Perspektiven der deutschen Aluminiumindustrie	202

XII

2.5.4.1.2.2	Folgewirkungen für die deutsche Aluminiumindustrie	208
2.5.4.1.3	Folgewirkungen für die deutsche Mineralölindustrie	211
2.5.4.1.3.1	Bedeutung, Struktur und Perspektiven der deutschen Mineralölindustrie	211
2.5.4.1.3.2	Folgewirkungen für die deutsche Mineralölindustrie	214
2.5.4.1.4	Folgewirkungen für die deutsche Kfz-Industrie	217
2.5.4.1.4.1	Bedeutung, Struktur und Perspektiven der deutschen Kfz-Industrie	217
2.5.4.1.4.2	Folgewirkungen für die deutsche Kfz-Industrie	219
2.5.4.2	Folgewirkungen für einzelne Zweige des Dienstleistungssektors	221
2.5.4.2.1	Folgewirkungen für das deutsche Tankstellengewerbe	221
2.5.4.2.1.1	Struktur und Entwicklungstendenzen im deutschen Tankstellengewerbe	221
2.5.4.2.1.2	Folgewirkungen für das Tankstellengewerbe	224
2.5.4.2.2	Folgewirkungen für das deutsche Kfz-Handwerk und den Kfz-Handel	225
2.5.4.2.2.1	Struktur und Hauptarbeitsgebiete des deutschen Kfz-Handwerks und des Kfz-Handels	225
2.5.4.2.2.2	Folgewirkungen für den Handelsbereich	229
2.5.4.2.2.3	Folgewirkungen für den Handwerksbereich	230
2.5.4.2.3	Folgewirkungen für die deutschen Kfz-Versicherungsunternehmen	230
2.5.4.2.3.1	Struktur und Bedeutung der deutschen Kfz-Versicherungsunternehmen	230
2.5.4.2.3.2	Folgewirkungen für die Kfz-Versicherungsunternehmen	233
2.5.4.3	Folgewirkungen für die Öffentliche Hände	233
2.5.4.3.1	Staatliche Einnahmen aus der Pkw-Besteuerung	233
2.5.4.3.2	Veränderungen im Steueraufkommen	236
2.5.4.4	Folgewirkungen für die Versorgungssicherheit	238
2.5.5	Folgewirkungen für den deutschen Außenhandel	241
2.5.5.1	Außenhandel von Rohöl und Rohölprodukten	241
2.5.5.1.1	Importmengen und Lieferländer	241
2.5.5.1.2	Folgewirkungen für das Außenhandelsvolumen von Rohöl und	

XIII

Rohölprodukten	245
2.5.5.2 Außenhandel von Primäraluminium	246
2.5.5.2.1 Importmengen und Lieferländer	246
2.5.5.2.2 Folgewirkungen für das Außenhandelsvolumen von Primäraluminium	249
2.5.5.3 Außenhandel von Eisenerzen	250
2.5.5.3.1 Importmengen und Lieferländer	250
2.5.5.3.2 Folgewirkungen für das Außenhandelsvolumen von Eisenerzen	251
2.5.5.4 Gesamtveränderungen für den deutschen Außenhandel	253
2.5.6 Gesamtübersicht über die Folgewirkungen und allgemeine Einordnung der Ergebnisse	257
Zusammenfassung und Schluß	261

Anhang

1 Ableitung des Fahrzeuggesamtwidestands aus den Einzelwideständen	265
2 Löschungen von Pkw nach Alter	270
3 Numerische Ableitung des Rechenmodells und der Untersuchungsszenarien	271
3.1 Rechenmodell zur Bestimmung der Folgewirkungen	271
3.2 Modellstückzahlen der deutschen Hersteller	279
3.3 Berechnung der Szenariogrößen	296
4 Berechnung des Beschäftigten-/Mengen-Quotienten in der Stahlindustrie	304

Literaturverzeichnis