

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Einführung in die Thematik.....	1
1.2 Arbeitsschwerpunkte .....	4
1.3 Ziel der Arbeit .....	5
<b>2. Aluminium als Karosseriewerkstoff, allgemeine Zusammenhänge</b> .....	<b>6</b>
2.1 Werkstoffkundliche Grundlagen.....	6
2.2 Aluminium-Karosserielegierungen .....	10
2.2.1 Blechlegierungen .....	10
2.2.2 Strangpreßlegierungen.....	12
2.2.3 Gußlegierungen .....	14
2.3 Aluminium-Karosseriebauweisen.....	18
2.3.1 Aluminium-Blechbauweisen .....	18
2.3.2 Aluminium-Space-Frame-Bauweisen .....	26
2.3.3 Anmerkungen zu den Aluminium-Karosseriebauweisen.....	31
<b>3. Leichtbau mit Aluminium und Kraftstoffeinsparung</b> .....	<b>32</b>
3.1 Grundsätzliches zum Leichtbau.....	32
3.2 Dimensionierungskriterien und -einflüsse .....	33
3.2.1 Festig- und Steifigkeit.....	33
3.2.2 Energieaufnahme .....	35
3.3 Leichtbaugrade von Pkw-Rohkarosserien .....	37
3.4 Auswirkungen des Leichtbaus auf den Kraftstoffverbrauch .....	42
3.4.1 Fahrwiderstände und Kraftstoffverbrauchsberechnung .....	42
3.4.2 Leichtbau und Fahrwiderstandskennlinien .....	46
3.4.3 Simulation mit „BetaSim“ und Messungen.....	49
3.4.4 Der Kraftstoffeinsparungsfaktor.....	55
<b>4. Recycling von Aluminium, bestehende Materialkreisläufe</b> .....	<b>59</b>
4.1 Allgemeines zum Recycling.....	59
4.2 Der Schrottanfall und -rücklauf .....	62
4.2.1 Der Neuschrottanfall .....	63
4.2.2 Der Altschrottanfall.....	66
4.2.3 Der Schrottrücklauf .....	67

4.3	Der allgemeine Recyclingweg von Altautos .....	68
4.4	Recycling von Aluminiumbauteilen aus Altautos .....	70
4.4.1	Der Altautoverwerter .....	70
4.4.2	Die Shredderanlage .....	71
4.4.3	Die Schwimm-Sink-Anlage .....	72
4.5	Die Sekundäraluminiumhütte .....	75
4.5.1	Schrottausbeute, Schmelzverlust und Elemente der Schmelze....	76
4.5.2	Das Prinzip des Aluminium-Recyclings .....	78

## **5. Recycling von Aluminiumkarosserien am Beispiel des Audi A8 ..... 80**

5.1	Recyclingtechniken zur Ausbildung von Knetkreisläufen .....	80
5.1.1	Möglichkeiten zur Separation .....	80
5.1.2	Entfernung störender Bestandteile aus der Schmelze.....	83
5.1.3	Neue Verarbeitungswege vermischter Schrotte zu Halbzeug.....	84
5.2	Das Simulationsmodell „AluSim“ .....	84
5.3	Untersuchungen an Audi A8-Aluminiumkarosserien .....	87
5.3.1	Vollständige Demontage .....	89
5.3.2	Filetierung .....	90
5.3.3	Shredder und Schrottaufbereitung .....	92
5.3.4	Betrachtung weiterer Möglichkeiten .....	94
5.3.5	Ergebnisse mit dem Simulationsmodell „AluSim“ .....	95
5.4	Beurteilung des Recyclings von Aluminiumkarosserien.....	98

## **6. Energetische Betrachtungen..... 100**

6.1	Energie- und Ökobilanzen .....	100
6.1.1	Ökobilanzen .....	101
6.1.2	Energiebilanzen .....	102
6.2	Bilanzierungsarten.....	105
6.2.1	Input-Output-Analyse (IOA).....	105
6.2.2	Prozeßketten-Analyse (PKA) .....	105
6.3	Methodik zur Bilanzierung von Fahrzeugkarosserien.....	106
6.3.1	Das Stahl- und Aluminiummodell .....	107
6.3.2	Randbedingungen und Ergebnisse .....	109

## **7. Zusammenfassung ..... 112**

## **Literaturverzeichnis..... 115**

Anhang 1: Bezeichnungen des Werkstoffzustandes .....	128
Anhang 2: Beschreibung der Legierungsgruppen .....	130
Anhang 3: Legierungselemente und Beimengungen .....	133
Anhang 4: Fahrzeugdaten des Audi 100 2,8E .....	140
Anhang 5: Stadtfahrzyklus nach DIN 70030 Teil I (ECE-Stadtzyklus) .....	142
Anhang 6: Fahrzyklus nach 80/1268/EWG (MVEG-Zyklus) .....	143
Anhang 7: Beschreibung des Programmes „BetaSim“ .....	144
Anhang 8: Fahrkurven der Messungen 13 und 14.....	150
Anhang 9: Fahrkurven der Verbrauchsmessungen .....	151
Anhang 10: Ergebnisse des Simulationsprogrammes „BetaSim“ .....	161
Anhang 11: Bestimmung der Fahrleistungen.....	172
Anhang 12: Physikalische Eigenschaften und Separationsprinzipien.....	175
Anhang 13: Beschreibung des Programmes „AluSim“ .....	178
Anhang 14: Ergebnisanalysen der Versuche.....	189
Anhang 15: Thermische und mechanische Trennverfahren .....	191
Anhang 16: Ergebnisdatei der Berechnung mit „AluSim“ .....	193
Anhang 17: Verwendete Legierungsanalysen .....	194
Anhang 18: Vergleichende Lebenswegbilanzen.....	195
Anhang 19: Variation der Einflußgrößen .....	209