

Alexander von Zitzewitz

Recyclingprozesse von
Fahrzeug-Kabelsträngen im Vergleich unter
besonderer Berücksichtigung des
Kupferanteils

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2002 Diplom.de
ISBN: 9783832456016

Alexander von Zitzewitz

Recyclingprozesse von Fahrzeug-Kabelsträngen im Vergleich unter besonderer Berücksichtigung des Kupferanteils

Alexander von Zitzewitz

Recyclingprozesse von Fahrzeug- Kabelsträngen im Vergleich unter besonderer Berücksichtigung des Kupferanteils

Diplomarbeit
an der Montanuniversität Leoben
Institut für Nichteisenmetallurgie
November 2002 Abgabe



Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____
Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____
agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 5601

von Zitzewitz, Alexander: Recyclingprozesse von Fahrzeug-Kabelsträngen im Vergleich unter besonderer Berücksichtigung des Kupferanteils

Hamburg: Diplomica GmbH, 2003

Zugl.: Leoben, Universität, Diplomarbeit, 2002

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2003

Printed in Germany

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Erläuterung der Problematik	1
1.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	1
2	HINTERGRUND	3
2.1	Fahrzeugbau	3
2.2	Rechtliche Rahmenbedingungen	4
2.3	Definitionen	8
2.4	Aktuelle Verwertung von Altfahrzeugen	8
2.5	Konstruktion	10
3	KUPFER	12
3.1	Verwendung, Eigenschaften und Herstellung	12
3.2	Verwendung von Kupfer in Fahrzeugen	12
3.3	Verwertung von Kupferschrotten	16
3.4	Kupfer als Verunreinigungselement	23
4	KUNSTSTOFFE	24
4.1	Leitungssatzrelevante Kunststoffe u. ihre Verwertungseignung	24
4.2	Additive	26
4.3	Separierung von Kunststoffsorten	27
4.4	Verwertungsverfahren für Kunststoffe	29
4.5	Probleme bei der Kunststoffverwertung	30
5	DER LEITUNGSSATZ	33
5.1	Einführung	33
5.2	Gewicht, Größe und Aussehen	33
5.3	Herstellung und Verteilung des Leitungssatzes im Fahrzeug	34
5.4	Bauteile und Materialien	35
5.5	Verwertung von Leitungssätzen	41

6	VERWERTUNG OHNE LEITUNGSSATZDEMONTAGE	42
6.1	Schreddern.....	42
6.2	Verwertung der Schredderprodukte.....	47
7	VERWERTUNG BEI LEITUNGSSATZDEMONTAGE.....	59
7.1	Demontage des Leitungssatzes.....	59
7.2	Verwertung des demontierten Leitungssatzes.....	71
8	VERWERTUNG DER KUPFERFRAKTIONEN.....	83
8.1	Einführung.....	83
8.2	Verwertung vollständiger Leitungssätze	83
8.3	Sekundärhütte (Montanwerke Brixlegg) [59]	83
8.4	Sekundärhütte (Hüttenwerke Kayser AG)	87
8.5	Legierungswerk (KME)	88
9	BEWERTUNG DER VERWERTUNGSPROZESSE.....	91
9.1	Einführung.....	91
9.2	Methodik.....	92
9.3	Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens	93
9.4	Sachbilanz.....	94
9.5	Auswertung	105
10	KONSTRUKTIVE EMPFEHLUNGEN	108
10.1	Einführung.....	108
10.2	Allgemein	108
10.3	Schredder: Separation und Werkstoffauswahl	109
10.4	Demontage und Verbindungstechniken.....	111
10.5	Sonstige konkrete Empfehlungen	115
11	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	116

12	ANHANG	118
12.1	Definitionen (zu Kapitel 2.3)	118
12.2	Kupfer – Eigenschaften, Herstellung, etc. (zu Kapitel 3.1)	121
12.3	Kunststoffe (zu Kapitel 4)	124
12.4	Verwertungsverfahren für Kunststoffe (zu Kapitel 4.4)	126
12.5	Demontageprozess des Prototypen 1 (zu Kapitel 7.1.4)	131
12.6	Verwertungsprozesse in Schaubildern.....	135
12.7	Bewertung von Szenario 3: Tabellen (zu Kapitel 9.4.2).....	143
13	VERZEICHNISSE	164
13.1	Abbildungsverzeichnis	164
13.2	Tabellenverzeichnis.....	165
13.3	Literatur- und Quellenverzeichnis	166

1 EINFÜHRUNG

1.1 Erläuterung der Problematik

Die Automobilindustrie ist einer der größten Wirtschaftszweige der Welt. Lange Zeit hat man der Entsorgung von Altfahrzeugen keine wesentliche Bedeutung beigemessen, obwohl die zu entsorgende Menge aufgrund der zunehmenden Mobilität der Gesellschaft von Jahr zu Jahr größer wird.

Heute werden nach Auskunft von Fahrzeugherstellern in Westeuropa 75 bis 80 % eines Fahrzeuges verwertet. Das verbleibende Viertel wird nach wie vor auf **Deponien** abgelagert. Deponieflächen sind zunehmend knapp und die Ausweitung von Deponien scheitert häufig an gestiegenen Sicherheitsansprüchen sowie an der Inakzeptanz der Bevölkerung. Um die deponierten Mengen zu verringern sowie Umwelt und Rohstoffressourcen gleichermaßen zu schonen, muss die Recycling- bzw. Verwertungsquote erhöht werden. Hierfür sind intensive Forschung bei Konstruktion (Eco-Design) und Verwertungsprozessen nötig.

Diese Erkenntnis hat die EU veranlasst, eine Reihe von Maßnahmen einzuleiten, die die Entstehung von Abfällen senken und den Schadstoffeintrag in Abfälle reduzieren sollen. So erfordert die **EU-Altauto-Richtlinie** ab dem Jahr 2015 95 % Wiederverwendung, Recycling oder Verwertung von Altfahrzeugen. Die Beseitigung der Reststoffe beschränkt sich auf die verbleibenden 5 %; und dies zu sehr hohen Kosten. [1]

1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Es sollen verschiedene **Prozesse zur Verwertung des Leitungssatzes** aus Altfahrzeugen auf ihre wirtschaftliche, ökologische und technische Tragfähigkeit untersucht werden. Der Leitungssatz ist aus der Perspektive des Kupferrecyclings interessant, da Kabelabfälle den prozentual größten Anteil an Kupferschrotten haben.

Jährlich werden in der EU 9 Mio. Fahrzeuge verschrottet, der gewichtsmäßige Großteil davon über Schredder (Kapitel 6.1). Die Leitungssätze dieser Fahrzeuge enthalten 90.000 t Cu, 35.000 t PVC und weitere 20.000 t verschiedene Kunststoffe, was zusammen einem Materialwert von jährlich über 200 Millionen Euro entspricht. Dieser Materialwert wird zur Zeit bei weitem noch nicht ausgenutzt. Verbesserte oder neue Verwertungsprozesse könnten ein enormes wirtschaftliches Potenzial durch die Nutzung dieser Sekundärmaterialien bzw. -rohstoffe eröffnen. [2, S.1]

Neben dem wirtschaftlichen Aspekt des Materialwertes ermöglicht die Verwendung von Sekundärrohstoffen, vor allem von metallischen, eine beachtliche Energieeinsparung und führt zur Vermeidung erheblicher Emissionen, die bei der Produktion von Neuware aus Primärrohstoffen anfallen würden.

Einige der bewerteten Prozesse zur Leitungssatzverwertung bedingen die Demontage (Kapitel 7.1) von Bauteilen und -gruppen. Da die Demontierbarkeit bereits in der Konstruktionsphase festgelegt wird, ist die Integration der Recyclinggerechtigkeit als Gestaltungskriterium in den **Konstruktionsprozessen** ein wesentlicher Aspekt. Die Fahrzeugkonstruktion (Kapitel 2.5) muss dazu in Zukunft drei gleichzeitig zu beachtende Aspekte verfolgen:

- Eine zerlegefreundliche Baustruktur,
- schnell lösbare Verbindungstechniken und
- verwertungsgerechte Werkstoffe.

Vor allem der Verzicht auf nicht oder nur schwer verwertbare Werkstoffe und die Verringerung der Werkstoffvielfalt wird zunehmend forciert. [3, S.4]

Aus diesen Gegebenheiten heraus wurden die **Ziele der vorliegenden Diplomarbeit** abgeleitet:

- Den Stand der Technik im Bereich der Leitungssatzverwertung aufzuzeigen,
- mehrere Prozesse zur Leitungssatzverwertung darzustellen, zu Prozessketten zu verknüpfen und ökonomisch-ökologisch zu bewerten sowie
- Vorschläge zur verbesserten verwertungsgerechten Entwicklung und Konstruktion des Leitungssatzes auszuarbeiten, um dessen Verwertungsquote in Zukunft zu steigern.

Auf die Verwertung des Kupferanteils im Leitungssatz soll hierbei besonders eingegangen werden.

2 HINTERGRUND

2.1 Fahrzeugbau

Der Fahrzeugbau hat in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder technische Innovationen hervorgebracht. Antrieb für die Veränderungen am Fahrzeug sind dabei neben dem ständigen Kosten- und Wettbewerbsdruck insbesondere die steigenden Anforderungen der Kunden bezüglich Komfort und Sicherheit sowie eine zunehmende Individualisierung der Fahrzeuge. Die einzelnen Module im Fahrzeug werden immer funktionsreicher: Nachtsicht in der Windschutzscheibe, elektronische Ventilsteuerung oder aktive Fußgänger-Schutzprogramme an der Stoßstange halten Einzug in die Fahrzeugtechnik; die Elektronik wird zur Schlüsseltechnologie in Fahrzeugen. [4 → Aktuell → Neue Werkstoffe für neue Fahrzeuge]

Der Leitungssatz ist das verbindende Element der gesamten Elektronik, ein Bauteil, das trotz seiner Komplexität zur Erfüllung der EU-Altauto-Richtlinie beitragen soll und kann.

Wie an der folgenden Materialzusammensetzung zu ersehen ist, ist der Anteil von Kupfer am Gesamtgewicht eines Fahrzeuges gering. Der Kupferanteil ist jedoch für die Altautoverwertung bedeutsam, da Kupfer einen hohen Materialwert besitzt und bereits bei Promille-Gehalten in Stahl und Kunststoff deren werkstoffliche Eigenschaften stark verschlechtert.

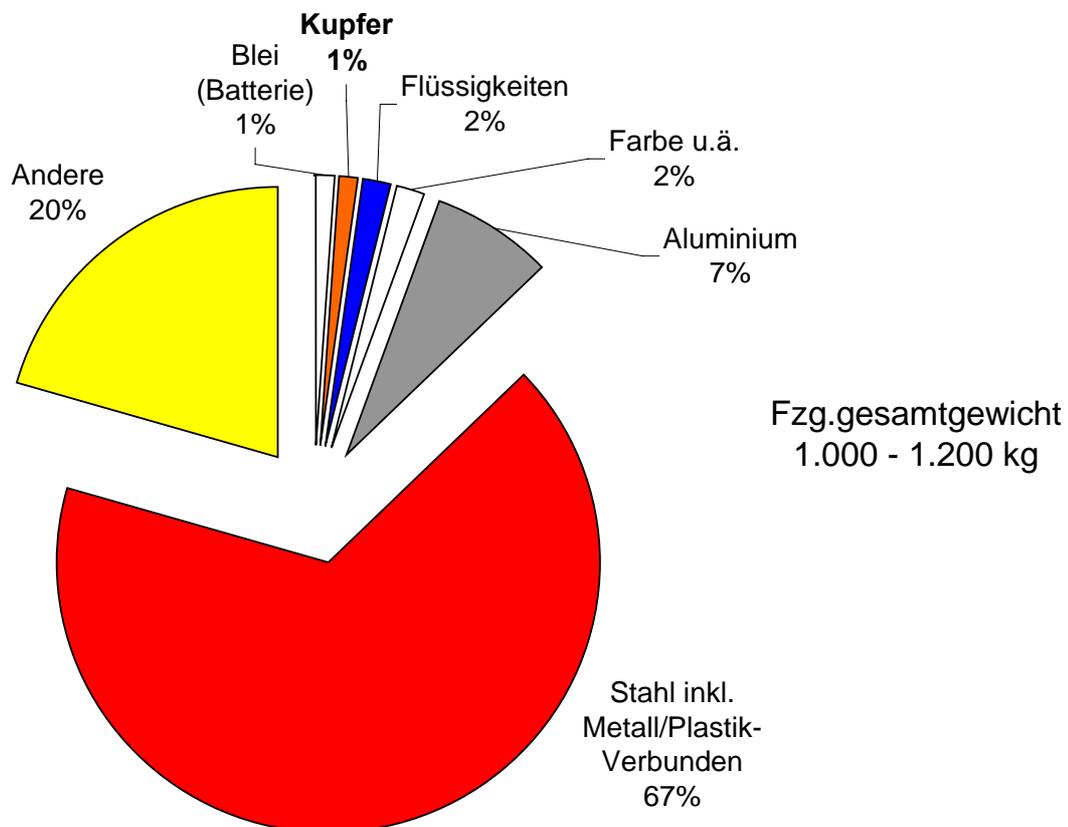


Abbildung 1: Materialzusammensetzung eines Kleinwagens [Ford, Köln, Fahrzeugrecyclingabteilung]

2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

2.2.1 Einführung

Um eine einheitliche und umweltgerechte Entsorgung (umschließt Verwertung und Beseitigung) der Altfahrzeuge innerhalb der EU sicherzustellen, wurde im Juli 2000 die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Ministerrates über Altfahrzeuge, die EU-Altauto-Richtlinie [1], verabschiedet.

Diese trat durch die Veröffentlichung im Amtsblatt der EU im September 2000 in Kraft und hätte innerhalb von 18 Monaten nach Inkrafttreten von den einzelnen Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden müssen. Diese Frist konnte allerdings von keinem Mitgliedsstaat eingehalten werden. Deutschland hat am 1.7.2002 als erstes Land die EU-Altauto-Richtlinie umgesetzt.

Es ist zu beachten, dass diese Richtlinie nicht nur für innerhalb der EU hergestellte Fahrzeuge gilt, sondern auch für gewerblich in die EU importierte Fahrzeuge [1, Artikel 2, Nr. 3].

2.2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen in der EU

2.2.2.1 EU-Altauto-Richtlinie

In der EU-Altauto-Richtlinie 2000/53/EC [1], werden die Erfordernisse geregelt, die bei der Altfahrzeugentsorgung in Zukunft zu beachten sind. Diese Richtlinie gilt für alle "in den Lebenskreislauf von Fahrzeugen einbezogenen Wirtschaftsbeteiligten" [EU (2000), S. 8, Artikel 1] und bezieht sich auf "Fahrzeuge und Altfahrzeuge einschließlich ihrer Bauteile und Werkstoffe" [EU (2000), S.10, Artikel 3]. Die Richtlinie umfasst Fahrzeuge der Klassen M I oder N I sowie dreirädrige Kraftfahrzeuge [Richtlinie 92/61/EWG], jedoch unter Ausschluss von dreirädrigen Krafträdern.

Die Abgabe des Fahrzeugs muss für den Letzteigentümer kostenfrei bleiben; es sind die Hersteller, die zumindest einen wesentlichen Teil der anfallenden Verwertungskosten tragen müssen. Dies gilt für alle ab 1.7.2002 in den Verkehr gebrachten Fahrzeuge sowie ab 1.1.2007 auch für Fahrzeuge, die vor dem 1.7.2002 in den Verkehr gebracht wurden. [Artikel 12].

Zur Regelung der Rücknahme von Altfahrzeugen müssen von den Wirtschaftsbeteiligten Rücknahmesysteme eingerichtet werden. Außerdem müssen die Mitgliedsstaaten dafür sorgen, dass die Abmeldung eines Altfahrzeugs lediglich unter Vorlage eines Verwertungsnachweises vollzogen werden kann.

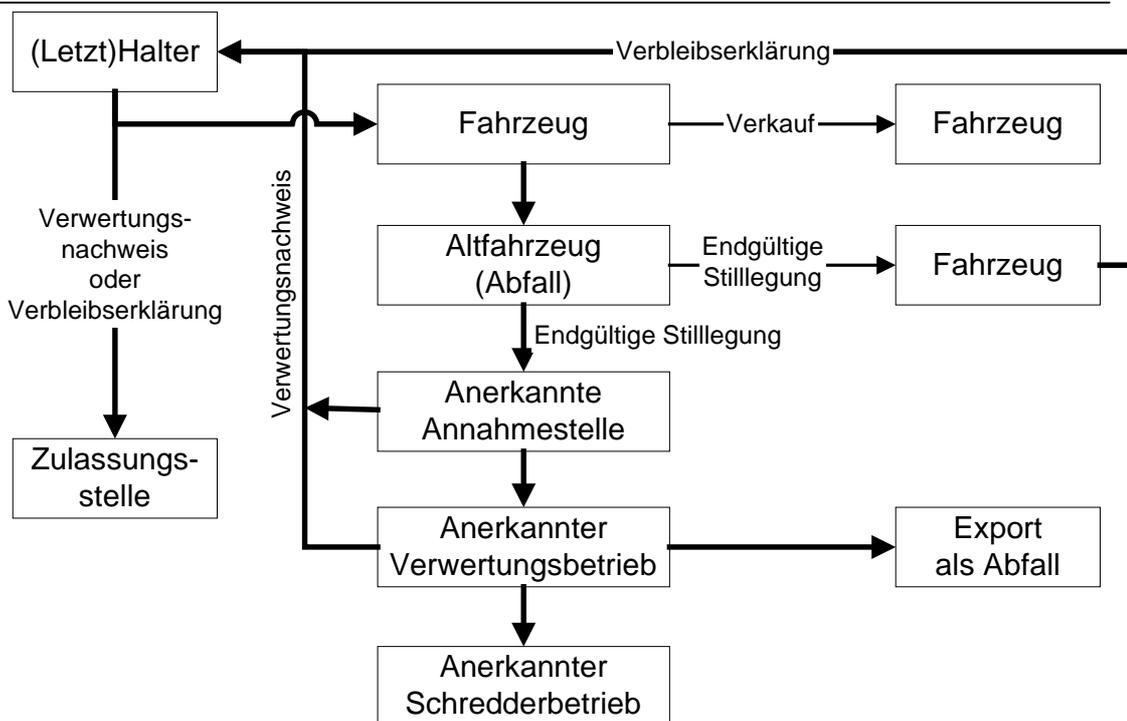


Abbildung 2: Rücknahmeweg und Verwertung eines Fahrzeugs in Deutschland 1997 nach [5]

Neben den in Abbildung 2 genannten anerkannten Annahmestellen existieren seit Umsetzung der EU-Altauto-Richtlinie auch Rücknahmestellen, die von den Herstellern zu benennen sind.

Spätestens mit dem 1.1.2006 müssen 80 % des durchschnittlichen Fahrzeuggewichts pro Jahr wiederverwendet oder rezykliert werden, weitere 5 % sollen der energetischen Verwertung zugehen. Damit ergibt sich eine Wiederverwendungs- und Verwertungsquote von mindestens 85 Gewichtsprozent.

Spätestens mit dem 1.1.2015 müssen über 85 % des durchschnittlichen Fahrzeuggewichts pro Jahr wiederverwendet oder stofflich verwertet werden. Bis zu zehn Prozent können energetisch verwertet werden, wodurch sich eine Quote von 95 Gewichtsprozent insgesamt ergibt [EU (2000), S. 18 ff., Artikel 7].

Das bedeutet, dass ab 2006 lediglich 15 % und ab 2015 sogar nur noch 5 % eines Fahrzeugs deponiert werden dürfen.

	JAHR	
	2006	2015
Stoffliche Verwertung	≥ 80 %	≥ 85 %
Energetische Verwertung	≤ 5 %	≤ 10 %
Wiederverwendung/-verwertung	≥ 85 %	≥ 95 %
Deponie	≤ 15 %	≤ 5 %

Tabelle 1: Verwertungs Vorschriften ab den Jahren 2006 und 2015

2.2.2.2 Gesetzlich verbotene Stoffe

Neben Komfort, Sicherheit und Leichtbau ist die Gesetzgebung die treibende Kraft für Veränderungen bei der Materialzusammensetzung von Fahrzeugen [6, S. 22]. Die EU-Altauto-Richtlinie verbietet die Verwendung von Blei, Quecksilber, Kadmium und sechswertigem Chrom. Ausnahmen gelten nur für Bereiche, in denen eine Substitution derzeit technisch nicht machbar ist (z.B. Starterbatterie).

Über diese Richtlinie hinaus sind noch andere Gesetze in Planung, die Einfluss auf die Verwendung bestimmter Materialien haben werden. So verbietet der zweite Entwurf der Europäischen Elektronikschrott-Verordnung vom 07.05.2002, die **WEEE** (Waste Electrical and Electronic Equipment), neben den genannten Stoffen auch halogenierte Flammschutzmittel. Bauteile, die diese Stoffe dennoch enthalten, sind gemäß Artikel 4 der Richtlinie 75/442/EWG zu beseitigen oder zu verwerten. [7, S.1]

In Fahrzeugen fallen nur jene elektrischen und elektronischen Komponenten unter diese Richtlinie, die nicht dem unmittelbaren Betrieb des Fahrzeuges dienen. Hierzu gehören z.B. Radios, sonstige Unterhaltungsgeräte und Navigationssysteme, nicht aber die Motorsteuerung und die dafür notwendigen Leitungen. [8]

Jedes Fahrzeuge herstellende Unternehmen hat Angaben zu verbotenen Stoffen basierend auf den gesetzlichen Vorgaben in eigenen Richtlinien zusammengefasst. Bei Ford ist dies z.B. der „Restricted Substance Management Standard“ mit der Nummer WSS-M99P9999-A1.

2.2.2.3 Probleme

Für die Fahrzeugindustrie ist die ab 2007 rückwirkende Verpflichtung, Fahrzeuge unentgeltlich zurückzunehmen, die vor dem 1.7.2002 zugelassen worden sind, nicht akzeptabel. Diese Fahrzeuge wurden noch nicht so konstruiert, dass sie sich ohne weiteres rezyklieren lassen, so dass höhere Entsorgungskosten pro Altfahrzeug entstehen werden [36].

Der Kunststoffverwertung gilt ein besonderes Augenmerk, da diese heute noch nicht in entsprechendem Maße erfolgt und der zu verwertende Kunststoffanteil mit geringer werdendem Metallanteil im Fahrzeug steigt. Zudem entstehen bei Mischung verschiedener Kunststoffsorten, wie es im Schredder der Fall ist, niederwertige Produkte. Hierauf soll später näher eingegangen werden.

2.2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen in Deutschland

2.2.3.1 Selbstverpflichtung und Altautoverordnung in Deutschland

In Deutschland wurde bereits am 21.2.1996 von der ARGE (Arbeitsgemeinschaft) Altauto eine "Freiwillige Selbstverpflichtung mit Grundsätzen zur umweltgerechten Altautoentsorgung" veröffentlicht und vom Bundesministerium angenommen. Dieser kooperative Ansatz wird durch die Altautoverordnung (AltautoV) seit dem 1.4.1998 um einen ordnungsrechtlichen Rahmen ergänzt [9] und trat gleichzeitig mit dieser in Kraft.

Deutschland hat die EU-Altauto-Richtlinie am 1.7.2002 umgesetzt, wodurch das Altfahrzeuggesetz in Kraft trat. Die bisher existierende Altautoverordnung wird darin in eine **Altfahrzeugverordnung** umgewandelt. Diese regelt nun die Inhalte der Selbstverpflichtung, so dass letztere ihre Gültigkeit verloren hat.

2.2.3.2 Gesetze für Schredderabfälle [10]

Die **Altfahrzeugverordnung** definiert zum ersten Mal auch Verwertungsquoten für nichtmetallische Gehalte in Schredderrückständen, die ab dem Jahr 2006 (5 % des Gesamtfahrzeuggewichtes) bzw. 2015 (15 % des Gesamtfahrzeuggewichtes) verwertet werden müssen. Diesen Verwertungsquoten liegt die Annahme zugrunde, dass im Jahr 2006 der metallische Gehalt in Altfahrzeugen bei 70 % liegt.

Die „Technische Anleitung Siedlungsabfall“, kurz **TASi**, ist gesetzlich mit der "Abfallablagerungs Verordnung" (AbfAbIV) und der "Deponie Verordnung" (DeponieV) verknüpft. Sie setzt technische Grenzen für Materialien, die ab dem 30.06.2005 deponiert werden dürfen. Für Schredderabfälle sind die kritischsten Punkte:

- Die Begrenzung des TOC-Wertes (Total Organic Carbon) auf ≤ 3 %. Ansonsten müssen die Schredderabfälle vorbehandelt werden.
- Die Begrenzung der Konzentration von in Laugungstests freigesetzten Schwermetallen wie Blei und Quecksilber.

Die "Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissions-Schutzgesetzes" (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe: **17. BImSchV**) definiert Begriffe rund um den Abfall und legt Maßnahmen zu dessen thermischer Behandlung fest.

Großen Einfluss auf die 17. BImSchV hat die EU-Richtlinie 2000/76 vom 4.12.2000 über die Verbrennung von Abfällen. Basierend auf dieser muss die Verbrennung von als "besonders überwachungsbedürftiger Abfall" deklarierten Schredderabfällen bei Verbrennungstemperaturen von über 1.100 °C erfolgen.

Mit der seit 1.3.2001 geltenden **Abfallablagerungsverordnung** wurde festgeschrieben, dass spätestens ab Juni 2005 kein unvorbehandelter Abfall mehr auf Deponien gelagert werden darf. Zur Vorbehandlung sind neben mechanisch-biologischen Verfahren auch Verbrennungsanlagen zulässig. Einfluss auf die Abfallablagerungs-Verordnung hat die EU-Deponie-Richtlinie. [11]

2.2.4 Rechtliche Rahmenbedingungen in Österreich

Seit dem 3.4.2002 existiert in Österreich ein Entwurf der **Altfahrzeugverordnung**. Mit diesem soll die EU-Altauto-Richtlinie umgesetzt werden. Ziel dieser Verordnung ist es, Maßnahmen festzulegen, um die Vermeidung von (insbesondere gefährlichen) Abfällen von Fahrzeugen und die Wiederverwendung sowie die Verwertung von Altfahrzeugen und ihren Bauteilen zu intensivieren.

Seit 1990 ist in Österreich das **Abfallwirtschaftsgesetz** (AWG) in Kraft [12, S.8]. Seither sind zahlreiche Novellierungen des AWG erfolgt. Zur Zeit befindet sich eine weitere Novellierung des österreichischen Abfallwirtschaftsgesetzes 2002 (AWG 2002) im Entwurf, in dem weitere Anforderungen der EU-Altauto-Richtlinie umgesetzt werden sollen. Mit dem AWG 2002 sollen das Kraftfahrzeuggesetz 1967 und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden. Die Grundsätze dieses Gesetzes

werden im §1 Abs. 2 dargelegt, und orientieren sich an Abfallvermeidung, Abfallverwertung und Abfallentsorgung:

1. Die Abfallmengen und deren Schadstoffgehalt sind so gering wie möglich zu halten (Abfallvermeidung).
2. Abfälle sind (auch energetisch) zu verwerten, soweit dies ökologisch zweckmäßig, technisch möglich und wirtschaftlich ist (Abfallverwertung).
3. Nach (2.) nicht verwertbare Abfälle sind je nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, thermische, chemische oder physikalische Verfahren zu behandeln. Feste Rückstände sind möglichst reaktionsarm und ordnungsgemäß abzulagern (Abfallbeseitigung).

Das Entsorgen oder Ablagern von Schredderabfällen auf neuen Deponien ist durch die **Deponieverordnung** (BGBl. Nr. 16411996) seit 1.1.1997 verboten, da der Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff im Schredderabfall (insbesondere in der Schredderleichtfraktion) den Grenzwert von 5 Massenprozent überschreitet und eine Unterschreitung des gesetzlich geforderten Brennwertes von 6000 kJ/kg Trockensubstanz nicht sicherzustellen ist. [13, S.70].

2.3 Definitionen

Die Definitionen der folgenden Begriffsgruppen, nach denen sich diese Arbeit weitgehend richtet, sind in Kapitel 12.1 zu finden.

- Recycling, Verwertung
- Aufbereitung, Abscheidung und Separation
- Leiter, Kabel und Leitung

2.4 Aktuelle Verwertung von Altfahrzeugen

Die Verwertung von Altfahrzeugen in Deutschland erfolgt heute in der Regel über die Stationen Letztbesitzer, (Rücknahmestelle), Verwertungsbetrieb, Schredderbetrieb, Nichteisenmetall-Aufbereiter und Elektrostahlwerk.

1. Der **Letztbesitzer** ist nach §3 Abs. 1 der Altautoverordnung vom 1.4.1998 verpflichtet, sein Altfahrzeug einer anerkannten Rücknahmestelle oder aber direkt einem anerkannten Verwertungsbetrieb zu überlassen.
2. **Rücknahmestellen** dürfen Altfahrzeuge lediglich annehmen und erfassen, nicht jedoch behandeln [9, S.78, Ziff. 2.1.2]. Die Rücknahmestellen dienen also lediglich dazu, den Aufbau einer umfassenden Infrastruktur für die Entgegennahme von Fahrzeugen zu erleichtern.
3. Der **Verwertungsbetrieb** entsorgt die Altfahrzeuge sodann umweltgerecht (Kapitel 7.1.3) nach folgendem Ablauf:
 - Trockenlegung (u.a. Treibstoff, Öl, Bremsflüssigkeit) bzw. Schadstoffentfrachtung. Sie sind im Rahmen des Demontageprozesses der ökologisch wichtigste Schritt.

- Demontage der gesetzlich vorgeschriebenen Teile (u.a. Batterie, Reifen) und Neutralisieren (Zünden) von Airbags.
 - Demontage weiterer wirtschaftlich lohnender Teile.
4. Die Restkarosse (heute inklusive Leitungssatz) wird, vermischt mit anderen Gegenständen, beim **Schredderbetrieb** zerkleinert und in verschiedene Fraktionen aufgetrennt.
 5. Die Fe-Fraktion als die größte Fraktion kann z.B. an **Elektrostahlwerke** geliefert werden.

Laut [14] werden nur 15 - 25 % der in Deutschland anfallenden Altfahrzeuge in Deutschland selber verwertet. Bei Fahrzeugen, die nicht dem Premiumsegment angehören, wird der Anteil immerhin auf 35 - 50 % geschätzt [36]. Ein Großteil wird aufgrund des starken Gefälles im Bruttosozialprodukt nach Osteuropa exportiert oder in Holland kostengünstiger verwertet, da das dortige Verwertungssystem stark subventioniert wird.

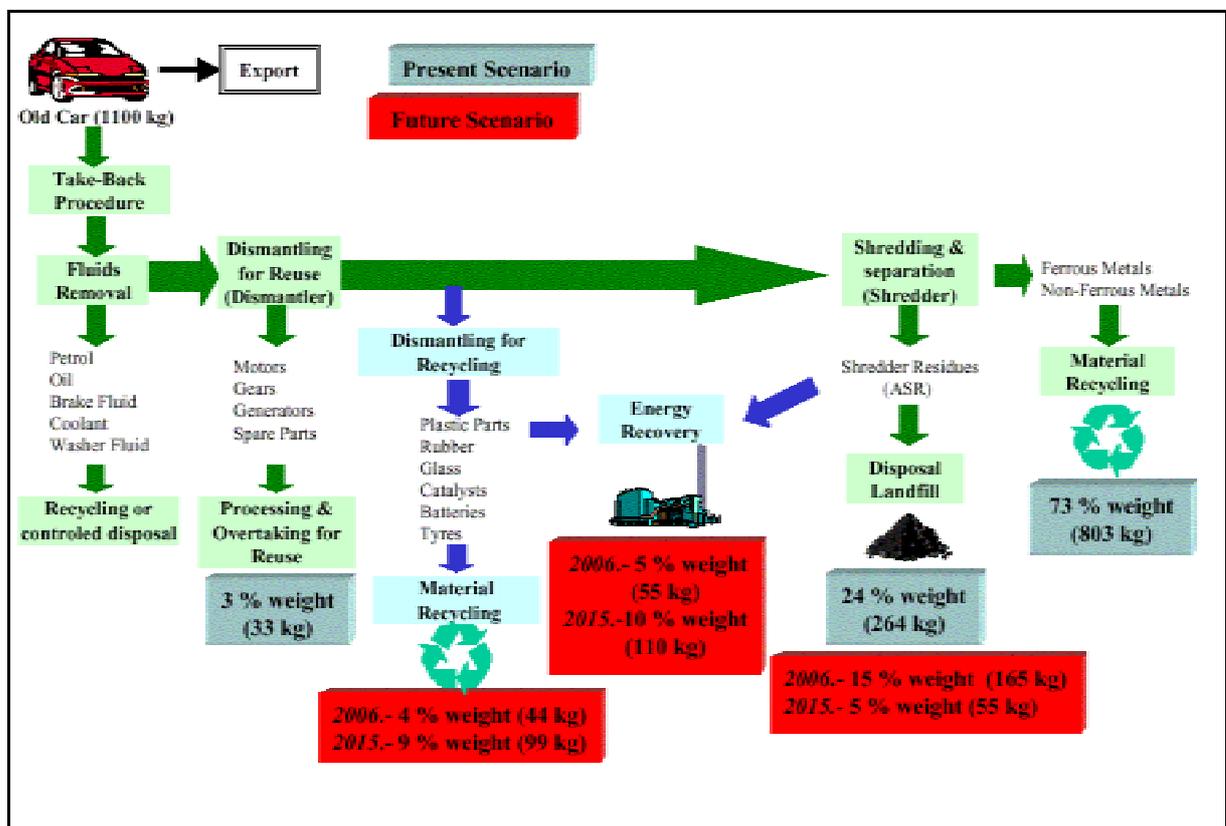


Abbildung 3: Gegenwärtige und zukünftige Verwertung von Altfahrzeugen [15]