



TU Clausthal

# Recycling komplexer Wertstoffe aus Altflugzeugen

Grundlagen und mögliche  
Handlungsoptionen

**Dipl.-Ing. Christian Duwe, Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und  
Geomechanik**

Dipl.-Ing. Sebastian Jeanvré, Keske Entsorgung GmbH

REWIMET-Symposium

24.04.2013



- Einleitung
- Materialmix am Beispiel A300-B4F
- Wertstoffpotentiale
- Ausblick



- „**Modularisierung** des Flugzeug-**Recyclings** durch Entwicklung und Erprobung einer mobilen Recyclingeinheit im **Aerospace-Sektor**“
- BMBF gefördertes Verbundprojekt zum Flugzeugrecycling
- Teil des Programms „KMU-Innovativ“
- Verbundkoordination durch Süderelbe AG
- Beteiligte REWIMET Partner: Keske Entsorgung GmbH und TU Clausthal, Institut für Aufbereitung, Deponietechnik und Geomechanik (IFAD)
- Zusätzlich Allcox International GmbH als Partner für Logistische Fragen (im Unterauftrag)
- Projektziel ist Entwicklung einer mobilen Zerlegeeinheit und Identifizierung optimaler Verwertungsrouten für Metalle aus Rumpf- und Tragwerkstrukturen
- Ausgangspunkt für eine Reihe weiterer Projekte zum Thema Flugzeugrecycling
- Langfristiges Ziel ist Aufbau ganzheitlicher Wertschöpfungsketten für Flugzeugrecycling



- Flugzeuge Hauptpersonentransport für weite Strecken
- Anfänglicher Materialmix: Holz, Textilien
- Danach hauptsächlich Aluminium-Materialien
- Seit den 1950'ern: vermehrt Verbundwerkstoffe

**Derwitzer Apparat, 1891**



<http://www.lilienthal-museum.de/olma/213.htm>

24 Jahre



**Junkers J1, 1915**



<http://www.junkers.de/flugzeuge/junkers-j-1>



- Bislang nur ein bekanntes Projekt zum Flugzeugrecycling: Pamela
  - Projekt Pamela von Airbus stellt etwa 80 % Recycling in Aussicht
  - Einzelnes Flugmuster
  - Nur Machbarkeitsstudie
  
- Projekt soll neben den Einsatztests der mobilen Einheit auch Wertstoff-Potentiale und Entwicklungen im Wertstoffeinsatz aufzeigen
  - Eingesetzte Materialien
  - Änderungen der Materialien zeitlich
  - Verwendete Fügeverfahren
  - Änderungen der Fügeverfahren zeitlich
  - Mögliche Verwertungsrouten der Metalle
  
- Dabei zunächst beschränkt auf Rumpf- und Leitwerkstrukturen
  - Hauptsächlich Aluminiumverbunde
  - Probenahme für Ausgangspunkt notwendig

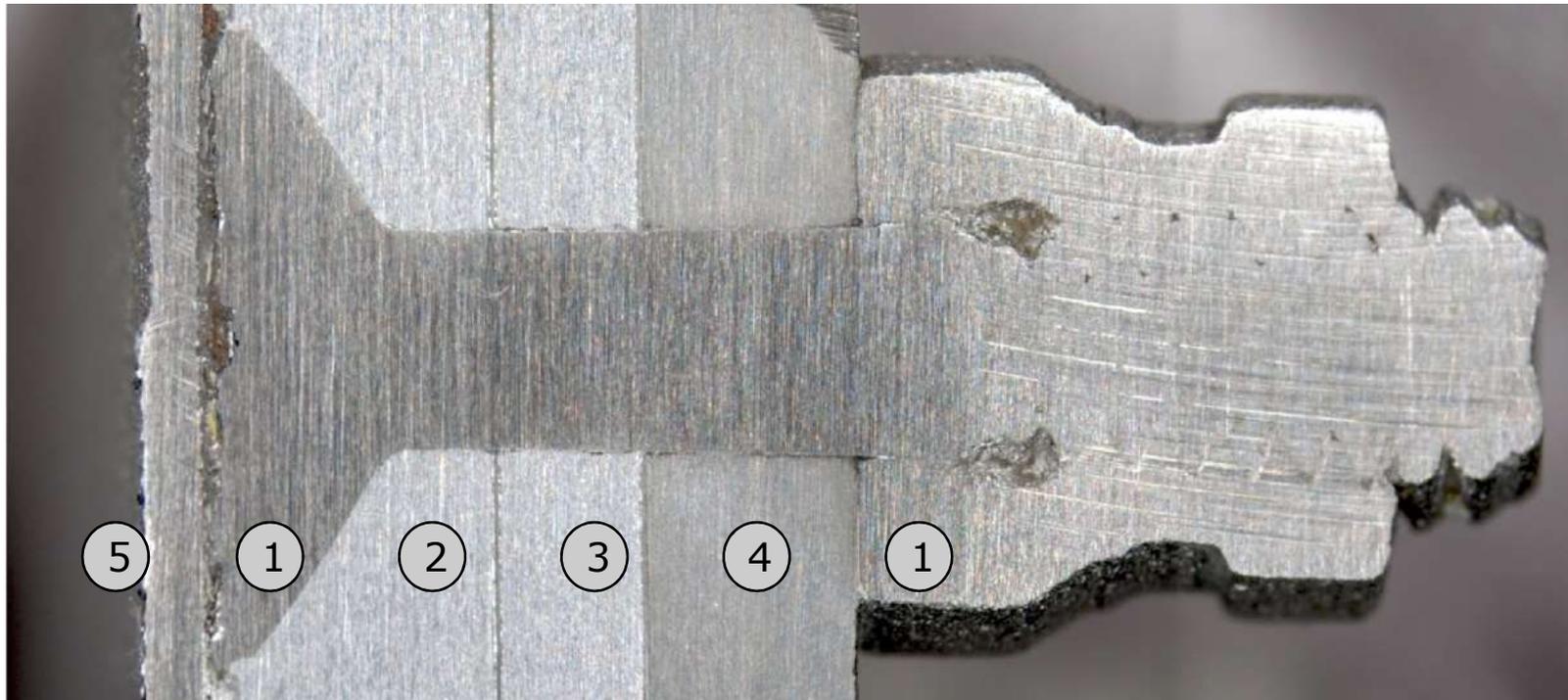


## Materialanalyse A300-B4F





■ Beispiel Außenhaut





- Bauteile der Strukturen Hülle und Spanten hauptsächlich Aluminium
  - Legierungselemente hauptsächlich Kupfer, Magnesium, Zink, Titan und Eisen
  - Legierungsgruppen folglich vor allem Knetlegierungen 2xxx, 5xxx, 7xxx und 8xxx
  - Aber auch Gusslegierungen 5xx und Al-Fe
- Außerdem in Honeycomb-Strukturen und Kabel



Teil der Turbinenverkleidung



- Bauteile der Strukturen Hülle und Spanten hauptsächlich Aluminium
  - Legierungselemente hauptsächlich Kupfer, Magnesium, Zink, Titan und Eisen
  - Legierungsgruppen folglich vor allem Knetlegierungen 2xxx, 5xxx, 7xxx und 8xxx
  - Aber auch Gusslegierungen 5xx und Al-Fe
- Außerdem in Honeycomb-Strukturen und Kabel

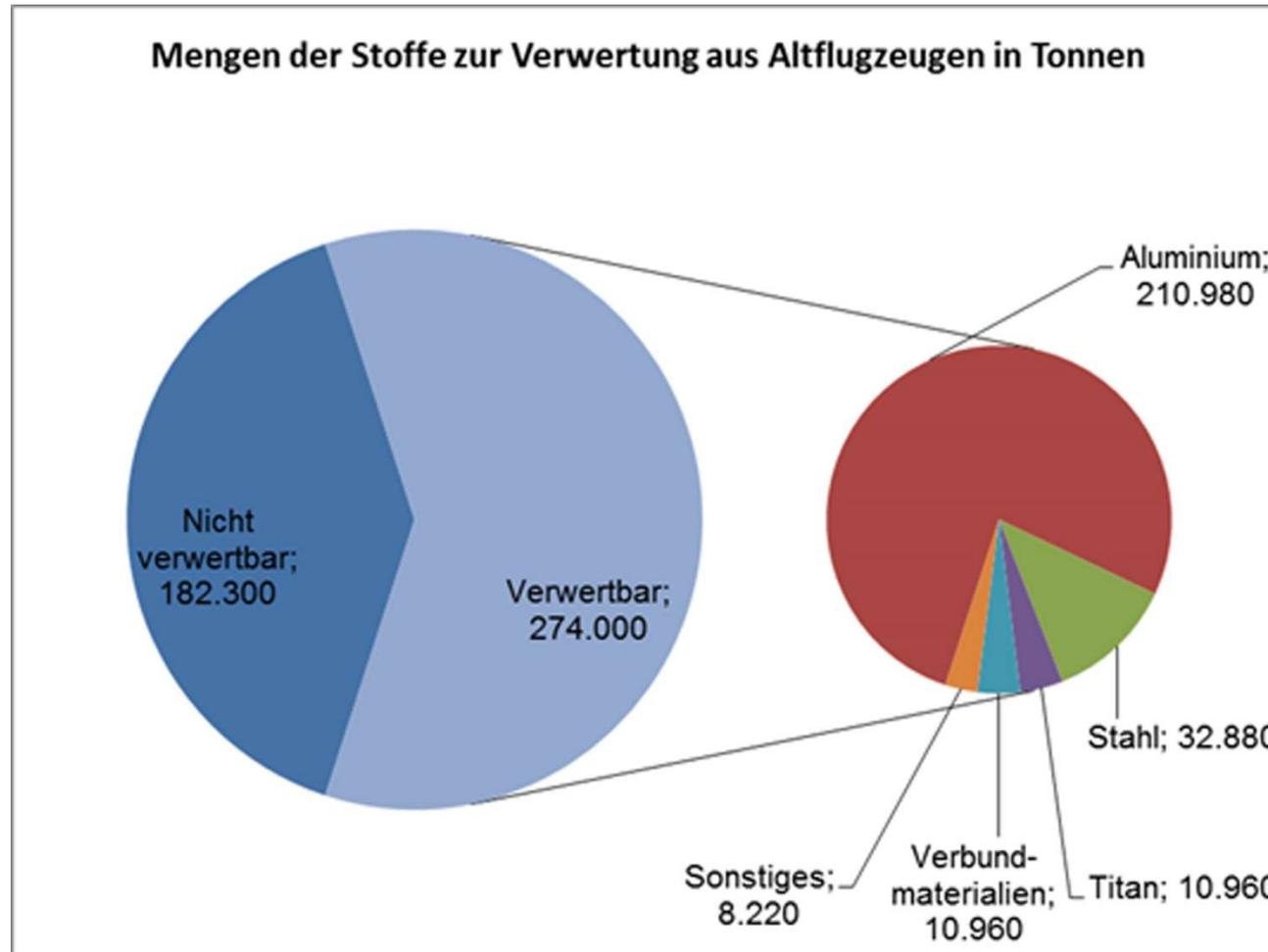


Teil der Verkabelung



## Wertstoffpotentiale

- Es sind weltweit ca. 24.000 kommerzielle Flugzeuge (Wide bodies) in Betrieb
- Davon sind ca. 20% zu jeder Zeit in der Luft und ca. 20% weltweit geparkt
- In den nächsten 15 Jahren werden pro Jahr ca. **430 A/C außer Dienst** gestellt
- Mittelwert der 36 größten Flugmuster von je 70,2 Tonnen (konservativ)
- **Basis Recyclingpotential 456.300 Tonnen.**



274.000t Material entspricht einem Gegenwert von etwa 260 Mio. €



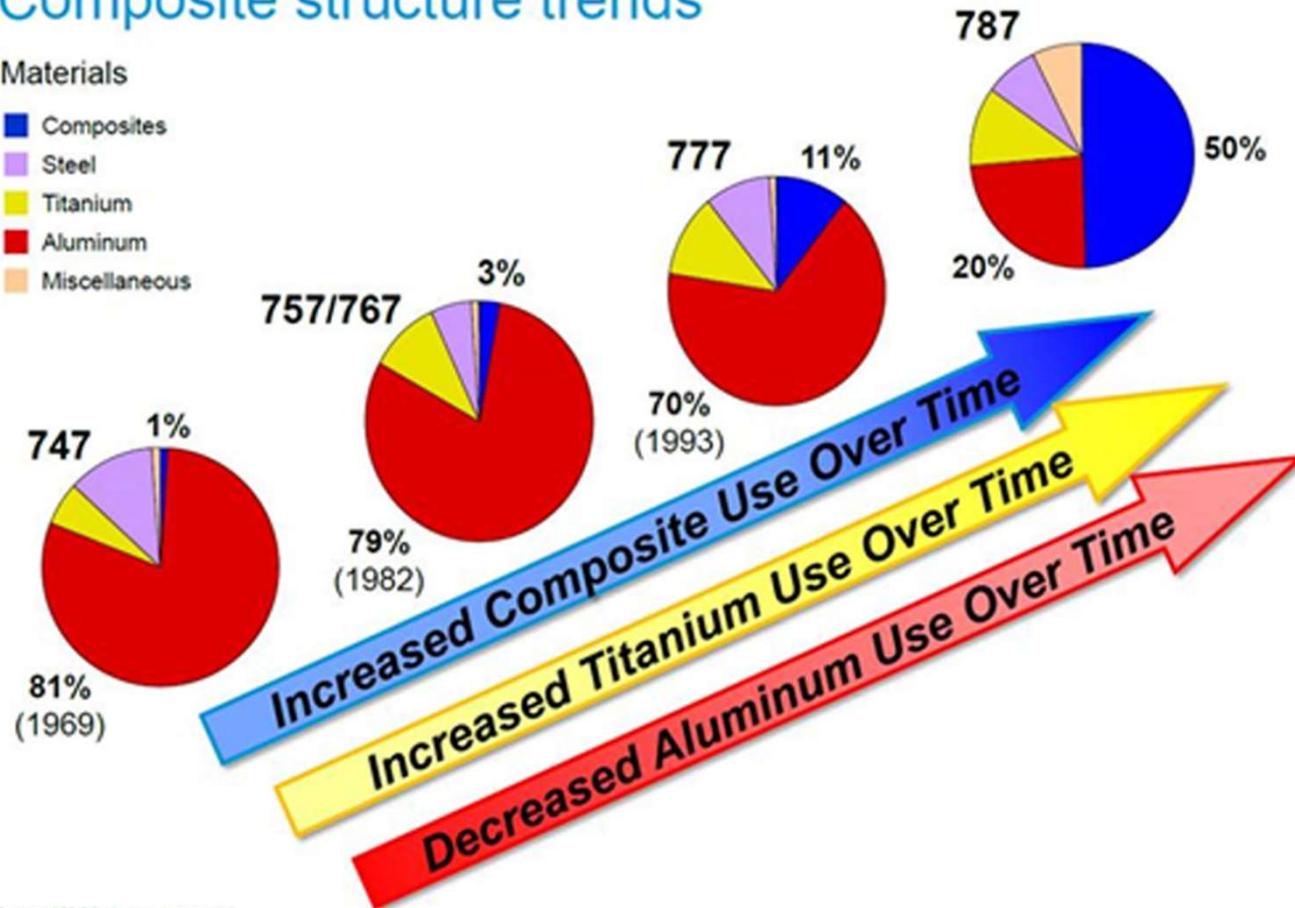
- Stand der Technik ist die Aufbereitung mit Ziel Salzschnelzeofen
- Durch Materialeigenschaften müssen hoch und niedrig legierte Aluminium-Abfälle getrennt behandelt werden (Guss- und Knetlegierungen)
- Zur Steigerung der Produktqualität muss auch Qualität der Aufbereitung gesteigert werden
- Dazu Untersuchung zu Trennungstechniken unterschiedlicher Aluminiumqualitäten
  - Hot-Crush
  - Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)
  - kombinierte Röntgenanalyse
- Ziel ist Schmelzen-Vorlaufmaterial zum Umschmelzen



### Commercial aircraft – Composite structure trends

#### Materials

- Composites
- Steel
- Titanium
- Aluminum
- Miscellaneous



Copyright © 2012 Boeing. All rights reserved.



- Recyclingmaßnahmen anderer Transportvehikel
  - PKW/LKW: Altfahrzeugrichtlinie EU
  - Schiffe: IMO-Konvention Inventory of hazardous materials
  
- Für Flugzeuge kaum Recyclingstrategien
  - Fachwelt erwartet gesetzliche Regelung in den nächsten Jahren
  - Erkenntnisse der bis dahin erfolgten Arbeiten sind Know-How-Vorteile
  
- Weitere Projekte zur Vervollständigung von „Flugzeugrecycling“ müssen folgen
  - Ausweitung der Materialanalysen auf Avionik, Fahrwerk, Turbine durch REWIMET Partner Keske Entsorgung und TU Clausthal, mit Lufthansa Technik und Stute & Nagel (Projektskizze eingereicht im Rahmen von LuFo V)
  - Bildung eines Netzwerkes zur Wertschöpfungskette „Luftfahrt“ unter Beteiligung von REWIMET zur hochwertigen Verwertung der anfallenden Luftfahrt-Metalle (Projektskizze eingereicht im Rahmen von Europäischem Call)
  - Langfristig: interdisziplinäre Forschung zur vollständigen Verwertungskette (Aquis, Hochwertteilehandel, Rückbau, Aufbereitung, Verwertung, Produktion) der REWIMET-Partner mit Partnern der Luftfahrtbranche



Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit



Süderelbe AG

Dr. Jürgen Glaser

[glaser@suederelbe.de](mailto:glaser@suederelbe.de)

[www.suederelbe.de](http://www.suederelbe.de)

040-355 103 410

TU Clausthal, IFAD

Christian Duwe

[christian.duwe@tu-clausthal.de](mailto:christian.duwe@tu-clausthal.de)

<http://www.tu-clausthal.de>

05323-72-2119

Keske Entsorgung GmbH

Sebastian Jeanvré

[SJeanvre@Keske.de](mailto:SJeanvre@Keske.de)

[www.Keske.de](http://www.Keske.de)

0531-21011-35