



D. Wehner, R. Ilg

Generische Ökobilanzierung der Produktion von Aluminiumflugzeugkomponenten für Eco-Design Softwareanwendungen

1. Einleitung

Um die Vorzüge einer globalisierten Welt in Zeiten immer knapper werdender Ressourcen und überlasteter Ökosysteme nicht nur zu erhalten, sondern auch weiteren Teilen der Weltbevölkerung zu Gute kommen zu lassen, muss sich auch der Luftfahrtsektor mit ganzheitlichen Ansätzen zur Entwicklung ökologisch verträglicherer Systeme auseinandersetzen. Basis ganzheitlicher, ökologischer Betrachtung ist die Ökobilanzierung, die vor allem aufgrund der Komplexität von Flugzeugen in besonderem Maße umfassender und nutzerfreundlicher Softwareanwendungen bedarf.

2. Ziel und Inhalt der Arbeit

Im Rahmen der Arbeit [1] wird eine parametrisierte Sachbilanz Modellierungsstruktur zur generischen Berechnung der Umweltwirkungen verschiedener Flugzeugkomponenten entwickelt, in der GaBi-Software umgesetzt und beispielhaft angewendet. Die Modellstruktur ist für die Anwendung in einem Eco-Design Software Tool für den Luftfahrtsektor optimiert.

Die Umsetzung der Modellstruktur in der GaBi-Software erfolgt am Beispiel der Herstellung verschiedener Aluminiumflugzeugkomponenten. Die Anwendungsmöglichkeiten des entwickelten und implementierten Modells umschließen den Vergleich alternativer Herstellungsverfahren, die Analyse der Umweltrelevanz einzelner Verfahrensschritte und die Bewertung von im Luftfahrtsektor häufig verwendeten LCI-Screening-Methoden.

3. Herstellung von Aluminiumkomponenten

Aluminiumkomponenten stellen häufig den Großteil der Struktur von Flugzeugen dar und machen Aluminium so zu einem wesentlichen Basismaterial im Flugzeugbau.

Die unterschiedlichen Prozessrouten zur Herstellung verschiedener Aluminiumflugzeugkomponenten lassen sich in eine einheitliche Abfolge verschiedener Prozessschritte einteilen (siehe Bild 1).

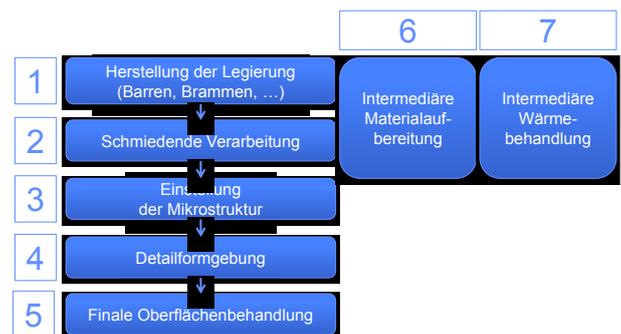


Bild 1: Schematische Darstellung der Prozessschritte der Aluminiumflugzeugkomponentenherstellung.

Bild 1 zeigt die fünf Hauptprozessschritte (Schritte 1 – 5) und die zwei Nebenprozessschritte (Schritte 6 – 7), die in der Herstellung von Aluminiumflugzeugkomponenten durchlaufen werden. Hauptprozessschritte stellen finale Komponenten mit bestimmten form- und materialeigenen schaftenbezogenen Funktionen aus, während Nebenprozesse das Material so einstellen, um den Anforderungen für die Verarbeitung in Hauptprozessschritten zu genügen. Nebenprozessschritte können an prinzipiell jeder Stelle innerhalb der Hauptprozessschritte notwendig werden. Für alle Hauptprozessschritte und Nebenprozessschritte existieren verschiedene Prozessalternativen, die jeweils individuelle Auswirkungen auf die Fahrweise vorhergegangener und nachfolgender Prozessschritte haben.

4. Generische Modelstruktur

Eine generische Modellstruktur, die die Umweltwirkung der Herstellung verschiedener Aluminiumflugzeugkomponenten zu quantifizieren vermag, muss die verschiedenen Abhängigkeiten innerhalb der zu Grunde liegenden Prozesskette richtig abbilden können, die wesentliche Relevanz auf die Umweltwirkung der Komponentenherstellung haben.

Aus dieser Studie vorgeschalteter Screening-Analyse über die Umweltrelevanz verschiedener Faktoren in der

Aluminiumverarbeitung für die Herstellung von Flugzeugkomponenten, lässt sich eine entscheidende Bedeutung der richtigen Abbildung der Aluminiumflüsse in Menge und Qualität ableiten.

Wird zum Beispiel ein Prozessschritt zur Herstellung einer bestimmten Komponente so verändert, dass in diesem Schritt mehr Metall entfernt wird, muss damit innerhalb der generischen Modellstruktur mit entsprechend mehr Material in den vorhergehenden Prozessschritten gerechnet werden. Außerdem muss, je nach angewandeter Prozessalternative und Legierungsart, dann auch das Materialrecycling richtig einstellbar sein.

Um die Komplexität der Herstellung von Flugzeugen handhabbar zu machen, empfiehlt sich eine weitest mögliche Automatisierung der Modellparameterquantifizierung zur Abbildung der Prozesskettenabhängigkeiten.

Das in dieser Studie entwickelte generische Modell zur Quantifizierung der Umweltwirkungen der Herstellung von Aluminiumflugzeugkomponenten, deckt die Herstellung von heute wesentlich zur Anwendung kommenden Aluminiumkomponenten durch individuelle Quantifizierungen von acht freien Parametern ab.

5. Ausgewählte Ergebnisse

Erste Analysen unter Anwendung des in dieser Studie entwickelten generischen Modells heben die große Umweltrelevanz der Aluminiumverarbeitung im Luftfahrtsektor hervor. Damit werden die im Luftfahrtbereich häufig angewendeten Screening-Verfahren in Frage gestellt, die die Umweltwirkungen der Herstellung von Komponenten mit der Umweltwirkung der Herstellung des verbauten Basismaterials abschätzen oder ersatzweise auf Datensätze von Standardkomponente aus anderen Sektoren zurückgreifen. Dieser Vergleich der Quantifizierung der Umweltwirkungen mittels Materialscreening, Standardkomponentenscreening und generischer Modellierung ist in Bild 2 am Beispiel eines Flugzeugrumpfes dargestellt.

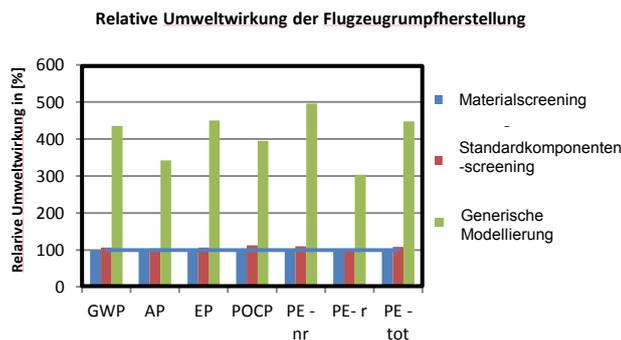


Bild 2: Vergleich generischer Modellierung mit häufig angewendeten Screening-Verfahren im Luftfahrtbereich.

Die untersuchten umweltlichen Wirkkategorien sind das Treibhauspotential (GWP), das Versauerungspotential (AP), das Eutrophierungspotential (EP) und das Sommersmogpotential (POCP). Außerdem dargestellt ist der Primärenergiebedarf (PE) aus nicht-erneuerbaren Ressourcen (PE-nr), aus erneuerbaren Ressourcen (PE-r) und der Gesamtprimärenergiebedarf (PE-tot).

Die Parameterquantifizierung des generischen Modells erfolgte rumpfkompontenspezifisch.

Der entsprechende Vergleich ergibt eine bis zu fünffache Unterschätzung der Umweltwirkung der Rumpferstellung bei Zurückgreifen auf häufig angewendete Screening-Methoden.

Da das Schrottaufkommen bei der Rumpferstellung im Vergleich zu anderen Flugzeugmodulen gering ist, Aluminium im Vergleich zu anderen im Flugzeugbau verwendeten Materialien (z.B. Titan) leicht verarbeitbar ist und dem verwendeten generischen Modell noch einige Umweltwirkungen unterschätzende Annahmen zu Grunde liegen, ist zu erwarten, dass der Fehler von Material- und Standardprozess-Screenings noch weitaus gravierender ist.

6. Zusammenfassung und Fazit

Die in dieser Arbeit entwickelte Modellstruktur schafft die Basis dafür, ökobilanzielle Betrachtungen im Flugzeugsektor mit vertretbaren Ressourcen zeitnah handhabbar zu machen. Die Modellstruktur erlaubt Detailanalyse auf Prozessebene, bietet aber gleichzeitig großes Automatisierungspotential zur schnellen Analyse auf Flugzeugebene und eignet sich damit perfekt zur Anwendung im Eco-Design von Flugzeugen.

Erste Ergebnisse in der Anwendung des entwickelten Modells zeigen die enorme Umweltrelevanz der häufig vernachlässigten Aluminiumverarbeitung im Flugzeugsektor auf.

Literatur

- [1] Wehner, D.: Vereinfachung von LCA-Studien im Luftfahrtbereich. Studienarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2012).
- [2] Wehner, D.: Generische Modellierung der Produktion von Flugzeugkomponenten für Eco-Designsoftwareanwendungen. Masterarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2012).
- [3] LBP-GaBi; PE International: GaBi 5, Softwaresystem und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. Version 4.4; Echterdingen/Stuttgart (1992 - 2012).



Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de