

# Flugzeuge in der Nach

## Auswirkungen auf Wirtschaft und



Der Luftverkehr gilt als eine Form der Mobilität, die hohe Umweltbelastungen verursacht. Eine weiter gefasste, auf alle drei Säulen der Nachhaltigkeit bezogene Wirkungsanalyse hat neben ökologischen noch soziale und wirtschaftliche Aspekte zu berücksichtigen. Nur wenn alle Prozessfelder kombiniert werden, ist eine adäquate Bewertung der Nachhaltigkeitswirkungen von Flugzeugkonzepten möglich. Dies unterstützt die Entscheidungsfindung, da so Entwurfsparameter und Technologien für eine möglichst nachhaltige Gestaltung von Fertigung, Betrieb und Entsorgung von Flugzeugen identifiziert werden können. Außerdem kann die „ehrliche“ Bestimmung aller Auswirkungen des Luftverkehrs zu einer adäquateren Preisgestaltung der Luftverkehrsnutzung beitragen, die Nachhaltigkeitsziele unterstützt und für künftige Generationen Ressourcen einspart.

Die Erarbeitung eines dynamischen Modells zur Bestimmung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen des Flugzeullebenszyklus bedarf in hohem Maße einer interdisziplinären Forschungsk Kooperation. So hat das im Rahmen einer Boost-Fund-Förderung finanzierte Forschungsprojekt „ATLA - Air Transport Vehicle Life Cycle Analysis“ Wissenschaftler aus sechs Disziplinen zusammen geführt: Luft- und Raumfahrt, Werkzeugmaschinen, Konstruktionstechnik des Maschinenbaus, Flughafenwesen, Klimatologie sowie Wirtschaftsgeographie.

Die Forschungsarbeiten stützen sich auf vorliegende Ansätze des Life Cycle Assessment, kurz LCA, und Life Cycle Engineering, LCE, bereichern die Fachdiskussion jedoch um eine zielgerichtete Verbindung und Erweiterung

Bild 1: Projektteilnehmerinnen des Forschungsprojekts ATLA diskutieren über die klimatologischen Auswirkungen der untersuchten Flugroute.  
Foto: Peter Winandy

# Umwelt haltigkeitsbewertung

bekannter Kalkulationsmodelle. Zentraler Orientierungsrahmen ist die Idee des Lebenszyklus. Sie sorgt für eine ganzheitliche Betrachtungsperspektive – passend zum Nachhaltigkeitsbezug – und gestattet, dynamische Veränderungen zu integrieren. Dabei wird der Lebenszyklus des Flugzeugs bezogen auf vier aufeinander folgende Hauptphasen abgebildet: Entwurf und Entwicklung, Produktion und Fertigung, Betrieb sowie Verwertung und Entsorgung.

Zur ökonomischen Bewertung der vier Phasen werden Methoden der Lebenszykluskostenrechnung verwendet. Eine Herausforderung ist, dass in der Vorentwurfsphase viele der notwendigen Daten für eine detaillierte Kostenkalkulation nicht bekannt sind, wie zum Beispiel die notwendigen Arbeitsstunden oder die Kosten der einzelnen Prozessschritte in der Fertigung. Deshalb wurden Kostenfunktionen entwickelt, mit denen sich die Kosten in Abhängigkeit von bekannten Flugzeugparametern abschätzen lassen. Dieser Ansatz wird auch für die ökologische Bewertung verwendet, mit Ausnahme der Betriebsphase. Für diese Phase werden die Emissionen mithilfe eines am Institut für Luft- und Raumfahrtssysteme entwickelten Programms zur Modellierung der Flugmissionen bestimmt. Da die Betriebsphase mit einer Laufzeit von bis zu 30 Jahren im Vergleich zu den restlichen Lebenszyklusphasen die größten Umweltauswirkungen mit sich bringt, ist die detaillierte Modellierung hier besonders sinnvoll.

Eine weitere Aufgabe ist, die soziale Dimension der Nachhaltigkeit eines Flugzeugs zu bestimmen, denn auch dieser Fak-

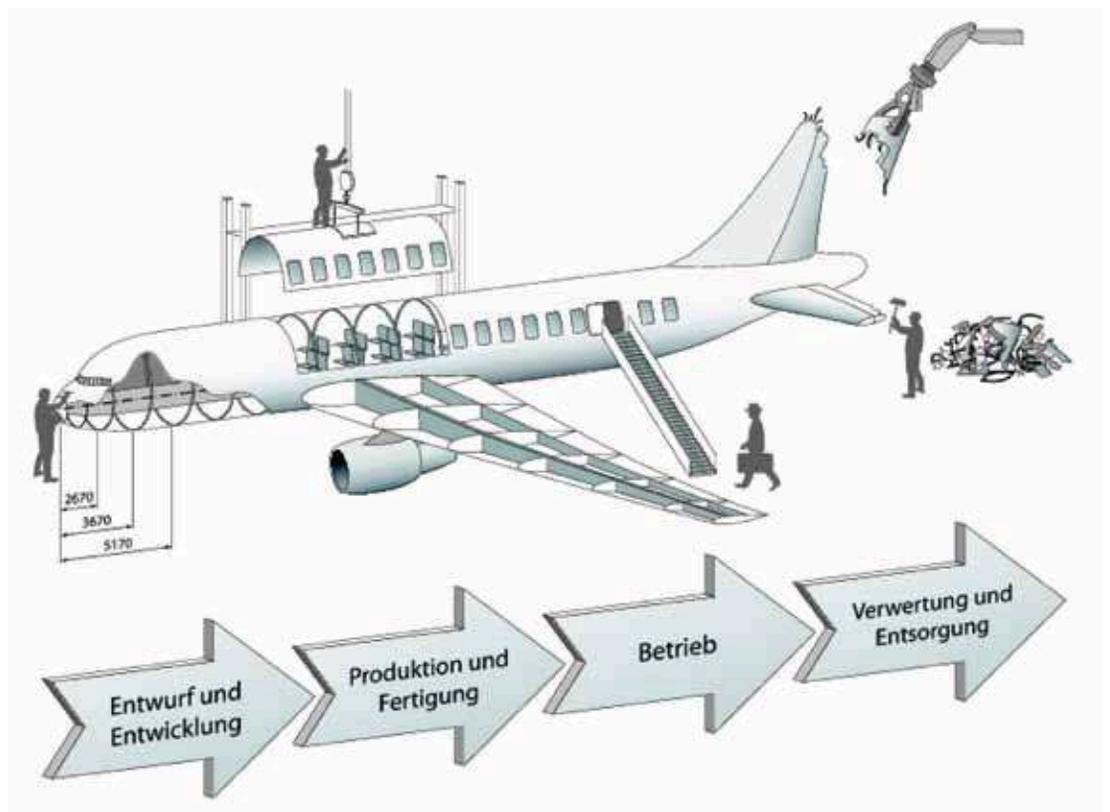


Bild 2: Die vier Lebenszyklusphasen eines Flugzeugs.

tor ist einer Berechnung und Integration in das Gesamtmodell zugänglich zu machen. Wie sind bei diesem eher mit qualitativen Merkmalen assoziierten Bereich Nutzen und Kosten adäquat zu quantifizieren und in monetären Größen abzubilden? Als hilfreich hat sich die Methode der sozialen beziehungsweise sozio-ökonomischen Lebenszyklusanalyse erwiesen. Sie greift die Ergebnisse der Projektpartner auf, reichert sie um weitere Daten aus Geschäftsberichten von Luftverkehrsakteuren an und aggregiert die Zahlen letztlich zu ausgewählten sozio-ökonomischen Kenndaten im Rahmen eines übergreifenden Modells der sozio-ökonomischen Lebenszyklusbewertung im Lufttransport. Schädliche Einflüsse des Luftverkehrs zum Beispiel auf die Gesundheit sind so über

Gesundheitskosten quantifizierbar oder durch Fluglärm verursachte Abwanderungen über Migrationskosten. Dem stehen positive soziale Nutzenbestandteile wie qualifizierte Arbeitsplatzangebote bei Flughafen und Flugbetrieb gegenüber.

Entstanden ist ein umfassendes Gesamtmodell, welches die ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Aspekte in allen vier Lebenszyklusphasen für einen Flugzeugentwurf quantifiziert und in monetäre Maße umsetzt. Mit diesem finalen Kostenwert, welcher neben den ökonomischen Aspekten auch die Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesellschaft widerspiegelt, lassen sich nun verschiedene Flugzeugkonzepte, neue Technologien oder Betriebsszenarien bewerten und vergleichen. Um umfassende

Parameterstudien zu ermöglichen, wurde das ATLA-Modell in eine innerhalb des Projekts entwickelte Software-Plattform integriert. Diese ist modular aufgebaut und unterstützt somit die interdisziplinäre Arbeitsweise des Projekts.

**Autoren:**  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Katharina Franz ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Luft- und Raumfahrtssysteme. Univ.-Prof. Dr.phil. Martina Fromhold-Eisebith ist Inhaberin des Lehrstuhls für Wirtschaftsgeographie.