

Analyse zur vereinfachten Ökobilanzierung von Kunststoffen im Automobilbau

Stephan Oswald, Sandra Krommes und Nicole Strübbe

1. Einleitung

Für die Bewertung von Produkt-Umweltwirkungen hat sich die Methodik der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment (LCA)) etabliert. Die Automobilindustrie nutzt die Ökobilanz zur Bewertung des Gesamtfahrzeugs als auch von Bauteil- oder Modulkonzepten. Dabei ist die Sachbilanzierung der Prozessketten mit einem hohen Aufwand und erforderlicher Kompetenz verbunden. Daher wird die Methodik einer stream-lined LCA diskutiert, die Vereinfachungen bei der Bilanzierung der Prozessketten und Werkstoffe vornimmt [1]. Vor dem Hintergrund steigender Gewichtsanteile von Kunststoffen im Automobilbau (bedingt durch Leichtbau, Komfort, Verbrauchsanforderungen) sollen Vereinfachungen bei der Bilanzierung von Kunststoffbauteilen analysiert und Empfehlungen abgeleitet werden.

2. Methode und Vorgehen

Die Analyse erfolgt mittels der Ökobilanz nach ISO 14040/14044. Die Systemgrenze beinhaltet die Lebenszyklusphasen der Rohstoffgewinnung bis zur Montage (cradle-to-gate). Die Phase der Nutzung und der Verwertung werden nicht betrachtet, so dass Umwelteffekte in der Nutzung, die sich aus der Massereduktion ergeben sowie die Verwertung, sind nicht berücksichtigt.



Bild 2: Beispiel für Kunststoffbauteile

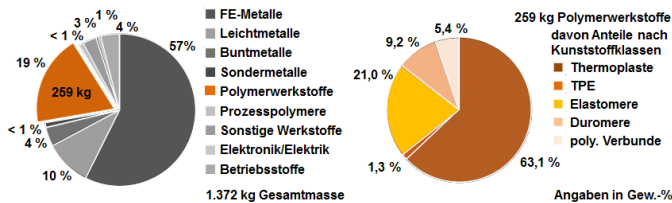


Bild 1: Werkstoffzusammensetzung des Referenzfahrzeugs nach VDA [2]

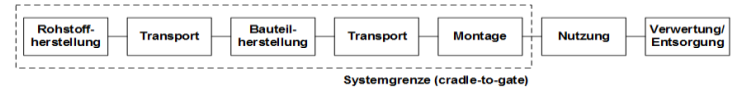


Bild 3: Systemgrenze der vereinfachten Ökobilanz von Kunststoffen im Automobilbau [2] Im Fokus der vereinfachten Bewertung von Kunststoffen im Automobilbau in Ökobilanzen stehen dabei

- der Anteil der Kunststoffe an den Umweltwirkungen des Gesamtfahrzeugs gegenüber anderen Werkstoffklassen,
- verschiedene Kunststoff-Werkstoffe sowie deren Prozessketten und Herstellungs- bzw. Fertigungsprozesse für Bauteile (Verfahren), um mögliche Sachbilanz-Vereinfachungen der Prozessketten abzuleiten.

3. Ergebnisse

Polymerwerkstoffe haben in der Phase 'Rohstoff- und Werkstoffherstellung' einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an den Umweltwirkungen des Gesamtfahrzeugs (Bild 4a): v.a. in den Wirkungskategorien Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP), Eutrophierungspotential (EP), Treibhauspotential (GWP100) und Primärenergiebedarf (PEB). Dabei unterscheiden sich die Umweltwirkungen der verschiedenen Polymerwerkstoffe im normierten Vergleich (Bild 4b). Über alle Wirkungskategorien weisen Duromere höhere Umweltwirkungen als Thermoplaste und Elastomere auf. Bezogen auf das Referenzfahrzeug fällt der hohe Anteil der Thermoplaste an den Umweltwirkungen gegenüber Elastomeren und Duromeren auf (Bild 4c). Dies ist auf den Thermoplasten-Anteil an den Polymerwerkstoffen zurückzuführen (> 63 Gew.-%) [2]. Die Bilanzierung verschiedener thermoplastischer Kunststoffe (Referenzfahrzeug) zeigt, dass die Umweltwirkungen v.a. auf die Werkstoffe Polypropylen (PP) und Polyamid (PA) zurückzuführen sind (Bild 4d). Dies liegt an den hohen Gewichtsanteilen von PP und PA, wobei PA zudem auch normiert hohe Umweltwirkungen hat [2]. Die Analyse möglicher Vereinfachungen in der Phase der 'Bauteilherstellung' zeigt, dass die Herstellung von Kunststoffbauteilen einen Anteil von > 50 % an den Umweltwirkungen gegenüber metallverarbeiteten Verfahren hat (Bild 5a). Die Sensitivität der Umweltwirkungen auf Vereinfachungen von Verarbeitungsverfahren bei Thermoplasten, Elastomeren und Duromeren auf die cradle-to-gate Prozesskette verdeutlichen, dass Vereinfachungen der Herstellungsprozesse bei Kunststoffbauteilen einen geringen Einfluss auf die Umweltwirkungen haben (Bild 5b).

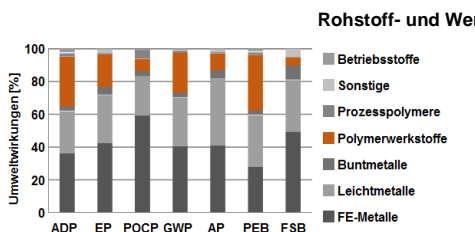


Bild 4a: Umweltwirkungen der Rohstoff- und Werkstoffherstellung nach VDA Werkstoffklassen im Automobilbau (Referenzfahrzeug)

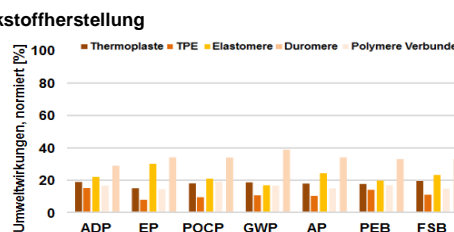


Bild 4b: Umweltwirkungen polymerer Hauptklassen in der Rohstoff- und Werkstoffherstellung (o. Verstärkung, normiert 1 kg)

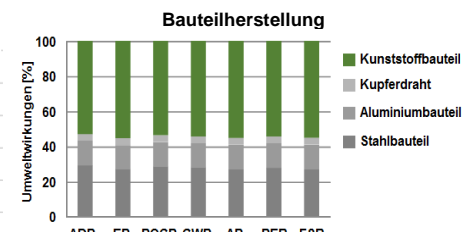


Bild 5a: Umweltwirkungen der Bauteilherstellung nach ausgewählten Werkstoffen (Referenzfahrzeug)

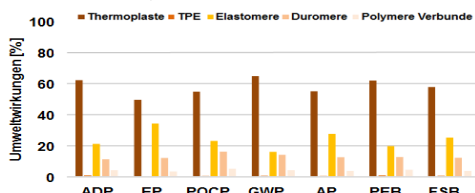


Bild 4c: Umweltwirkungen polymerer Hauptklassen in der Rohstoff- und Werkstoffherstellung (o. Verstärkung, gewichtet, Referenzfahrzeug)

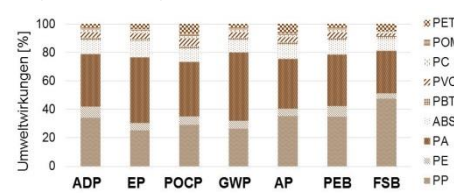


Bild 4d: Umweltwirkungen verschiedener thermoplastischer Kunststoffe in Rohstoff- und Werkstoffherstellung (o. Verstärkung, gewichtet, Referenzfahrzeug)

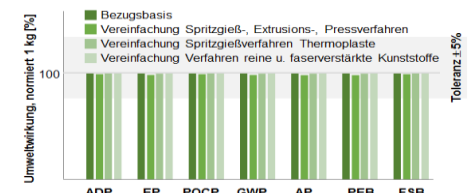


Bild 5b: Sensitivität der Umweltwirkungen auf Vereinfachung der Kunststoff-Bauteilherstellung (cradle-to-gate, normiert auf 1 kg)

ADP: Abiotischer Ressourcenverbrauch, EP: Eutrophierungspotential, POCP: Sommersmog, GWP: Treibhauspotential, AP: Versauerungspotential, PEB: Primärenergiebedarf, FSB: Feinstaubbildung

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Analysen zeigen, dass Vereinfachungen der Ökobilanzierung bei der 'Rohstoff- und Werkstoffherstellung' von Polymerwerkstoffen zu Fehlern bei der Bewertung der Umweltwirkungen führen. Vor dem Hintergrund steigender Anteile von Polymerwerkstoffen im Automobilbau und der abnehmenden Dominanz der Nutzungsphase durch alternative Antriebe bedarf die Bilanzierung der 'Rohstoff- und Werkstoffherstellung' zukünftig besonderer Detaillierung und Datenqualität. Vereinfachungspotential besteht bei Herstellungsverfahren von Kunststoffbauteilen. Die Sensitivität der Umweltwirkungen bei der Vereinfachung von Verarbeitungsverfahren auf die cradle-to-gate Prozesskette ist gering und liegt in der definierten Toleranz-Breite von $\pm 5\%$ (Bild 5b). Weiterer Analysebedarf besteht bei Verstärkungsfasern und Zuschlagsstoffen bei Polymerwerkstoffen.

Literatur

- [1] Hochschornner, E.; Finnveden, G., Evaluation of Two Simplified Life Cycle Methods, IntJLCA (2003) 3, 119-128; Moberg, A. et al., Simplifying a life cycle assessment of a mobile phone, IntJLCA (2014) 19, 979-993.
 [2] Oswald, S., Entwicklung einer Ökobilanzierungsmethodik zur vereinfachten Bewertung von Kunststoffen in Fahrzeug-Projekten, Masterarbeit, Rosenheim, 2018.