

Konzeptionelle Überlegungen zur Ökobilanzierung aus Sicht eines Komponentenherstellers für Aufzugstüren

Klaus Schafranietz¹⁾

Die Motivation, Untersuchungen zur Ökobilanzierung von Aufzugstüren durchzuführen, bestand darin, ein grundsätzliches Verständnis für das Thema Ökobilanz zu erlangen und die signifikanten Parameter entlang des Lebenswegs von Aufzugstüren kennenzulernen. Damit sollten die ersten Erfahrungen im Umgang und bei der Durchführung von Ökobilanzen gesammelt werden, der Aufwand dafür abschätzbar und letztendlich sollten die relevanten Stellhebel identifiziert sein.

Der Aufzugstürenhersteller Meiller suchte die Unterstützung der Hochschule Landshut, die aufgrund des Umfangs dieser Aufgabe gleich zwei Masterarbeiten vergab.

Die erste Masterarbeit befasste sich mit dem Herstellungsprozess der Aufzugstüren, beginnend von der Rohstoffherzeugung (Upstream), der eigenen Herstellung (Core) bis hin zur Auslieferung des fertigen Produktes („Cradle to Gate“).

In der zweiten Masterarbeit wurde der Lebenswegabschnitt von der Auslieferung am Werkstor bis zur Entsorgung der Aufzugstür betrachtet (Downstream-Prozess, „Gate to Grave“).

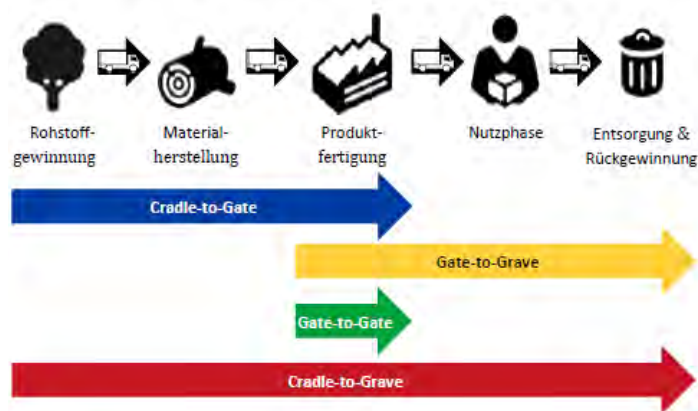


Illustration der verschiedenen Produktlebenszyklus-Studien

Definition Ökobilanz

Eine Ökobilanz ist die Abschätzung der mit einem Produkt verbundenen Umweltaspekte und produktspezifischen potenziellen Umwelteinwirkungen. Eine Ökobilanz-Studie untersucht die Umweltaspekte und -wirkungen, die im Verlauf des Lebenswegs eines Produktes anfallen. Der Umfang beginnt bei der Rohstoffgewinnung und erstreckt sich über Produktion, Anwendung bis zur endgültigen Beseitigung des Produktes (d. h. von der Wiege bis zur Bahre). [DIN EN ISO 14 040:1997, 1997]

Umwelt-Produktdeklarationen & Produktkategorie-Regel

In Zusammenarbeit mit einem Arbeitskreis der European Lift Association (ELA) ist eine Produktkategorie-Regel (PCR)

für Aufzugssysteme, PCR lift 1.0 UN CPC 4354, erstellt worden.

Eine PCR definiert Anforderungen für die Erstellung von Umwelt-Produktdeklarationen (Environmental Product Declaration, EPD). Eine EPD baut auf Ökobilanzen auf und soll Transparenz und Vergleichbarkeit zwischen Produktsystemen ermöglichen. Eine EPD ist ein unabhängig zertifiziertes und registriertes Dokument, das transparente und vergleichbare Umwelt-Informationen über ein Produkt enthält.

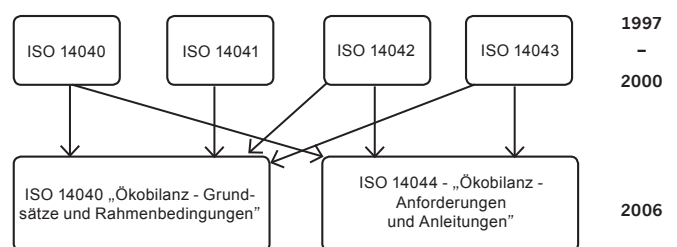
Die Ergebnisse einer Ökobilanz können nützliche Hinweise für eine Vielzahl von Entscheidungsprozessen geben. Eine Ökobilanz kann helfen:

- beim Aufzeigen von Möglichkeiten zur Verbesserung der Umwelteigenschaften von Produkten in den verschiedenen Phasen ihres Lebensweges;
- zur Information von Entscheidungsträgern in Industrie, Regierungs- oder Nichtregierungsorganisationen (z. B. bei der strategischen Planung);
- beim Auswählen von relevanten Indikatoren der Umwelteigenschaften, einschließlich der zugehörigen Messverfahren;
- beim Marketing (z. B. beim Implementieren einer Umweltkennzeichnung).

Relevante Normen und Produktkategorie-Regeln

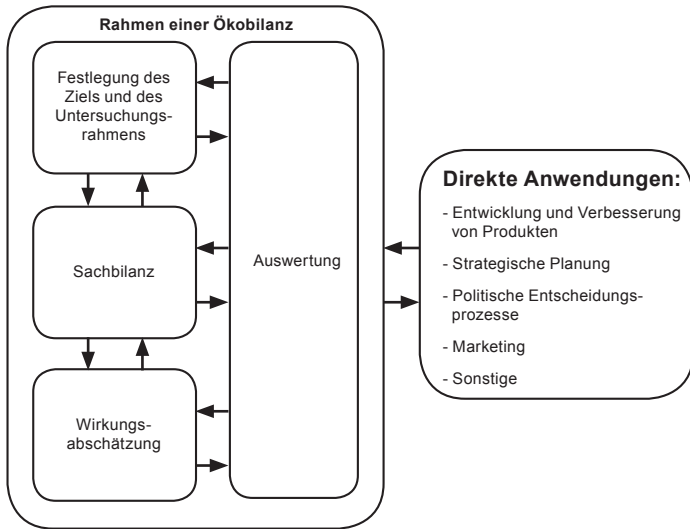
- ▶ DIN EN ISO 14 040 (Umweltmanagement-Ökobilanz-Grundsätze und Rahmenbedingungen) sowie DIN EN ISO 14 044 (Umweltmanagement-Ökobilanz-Anforderungen und Anleitungen) geben vor, wie eine Ökobilanz zu gestalten ist.
- ▶ Die Produktkategorie-Regel PCR lift schafft einheitliche Rechenregeln für die Erstellung einer EPD.
- ▶ Die PCR verweist für die Berechnung des Energieverbrauchs auf DIN EN ISO 25 745-2, in dieser Norm werden auch Nutzungskategorien für Aufzüge angegeben.

Struktur der vorangegangenen ISO 14 040-43 Standards



Struktur der neuen ISO 14 040/14 044 Standards

1) Meiller Aufzugtüren GmbH, 80997 München



Phasen einer Ökobilanz [EN ISO 14 040 = 2006, 2006, S.16]

Ablauf einer Ökobilanz

Diese Abbildung zeigt, dass die Ökobilanz nach ISO 14 040 eine iterative Methode ist. In den einzelnen Phasen einer Ökobilanz werden die Ergebnisse der anderen Phasen verwendet. Dieser Ansatz innerhalb und zwischen den Phasen trägt zur Ganzheitlichkeit und Konsistenz der Studie und der im Bericht angegebenen Ergebnisse bei.

Ökobilanzen sind ein relativer Ansatz, der um eine funktionelle Einheit aufgebaut ist. Diese funktionelle Einheit legt fest, was zu untersuchen ist. Sämtliche nachfolgenden Analysen sind dann auf diese funktionelle Einheit bezogen. Alle Inputs und Outputs in der Sachbilanz und demzufolge auch das Wirkungsabschätzungsprofil lehnen sich daran an und ermöglichen somit die Vergleichbarkeit von Ökobilanzen.

Funktionelle Einheit

Als Funktionelle Einheit ist definiert:

„quantifizierter Nutzen eines Produktsystems für die Verwendung als Vergleichseinheit“.

Die Funktion einer Aufzugstüre liegt darin, den Raum zum Aufzugsschacht und dem der Kabine zu schließen bzw. zu trennen. Dabei wird der Fahrgast vor dem Hineinfallen in den Schacht bewahrt und während des Transportes geschützt.

Die funktionelle Einheit für diese Studien wurde deshalb auf einen Öffnungs- und Schließzyklus der Aufzugstüren festgelegt.

Tabelle A.1 — Anzahl der Fahrten je Tag (und Betriebstage im Jahr)

Nutzungskategorie	1	2	3	4	5	6
Nutzungsintensität/Häufigkeit	sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	äußerst hoch
Anzahl der Fahrten je Tag (n_d)	50	125	300	750	1 500	2 500
Typischer Bereich	(< 75)	(75 bis < 200)	(200 bis < 500)	(500 bis < 1 000)	(1 000 bis < 2 000)	(≥ 2 000)
Typische Gebäude und Nutzung (Betriebstage je Jahr)	Wohnhaus mit bis zu 6 Wohneinheiten (360 d) Pflegeeinrichtung (360 d) kleines Büro- oder Verwaltungsgebäude mit wenig Betrieb (260 d) U-Bahn-Stationen (360 d)	Wohnhaus mit bis zu 20 Wohneinheiten (360 d) kleines Büro- oder Verwaltungsgebäude mit 2 bis 5 Etagen (260 d) kleine Hotels (360 d) Parkplätze von Bürogebäuden (260 d) allgemeine Parkplätze (360 d) Bahnhöfe (360 d) Bibliothek (312 d) Unterhaltungszentren (360 d) Stadien (zeitweilig)	Wohnhaus mit bis zu 50 Wohneinheiten (360 d) mittelgroßes Büro- oder Verwaltungsgebäude mit bis zu 10 Etagen (260 d) mittlere Hotels (360 d) Flughäfen (360 d) Universität (260 d) kleines Krankenhaus (360 d) Einkaufszentrum (360 d)	Wohnhaus mit bis zu 50 Wohneinheiten (360 d) großes Büro- oder Verwaltungsgebäude mit mehr als 10 Etagen (260 d) großes Hotel (360 d)	sehr großes Büro- oder Verwaltungsgebäude mit einer Höhe von über 100 m (260 d)	sehr großes Büro- oder Verwaltungsgebäude mit einer Höhe von über 100 m (260 d)
Typische Nenngeschwindigkeit	0,63 m/s	1,00 m/s	1,60 m/s	2,50 m/s	5,00 m/s	5,00 m/s

Die UN CPC 4354 bezieht sich jedoch auf die gesamte Aufzugsanlage:

Funktion eines Aufzuges ist der Transport von Personen, Lasten oder beidem => Funktionelle Einheit: Beförderung einer Last über eine Strecke in [tkm]

Über die in DIN EN ISO 25 745-2 definierten Nutzungskategorien und Annahmen der Häufigkeit von Öffnungs- und Schließvorgängen der Türen in Bezug zur Anzahl der Fahrten des gesamten Aufzuges kann schließlich die Beziehung zwischen den beiden funktionellen Einheiten hergestellt werden.

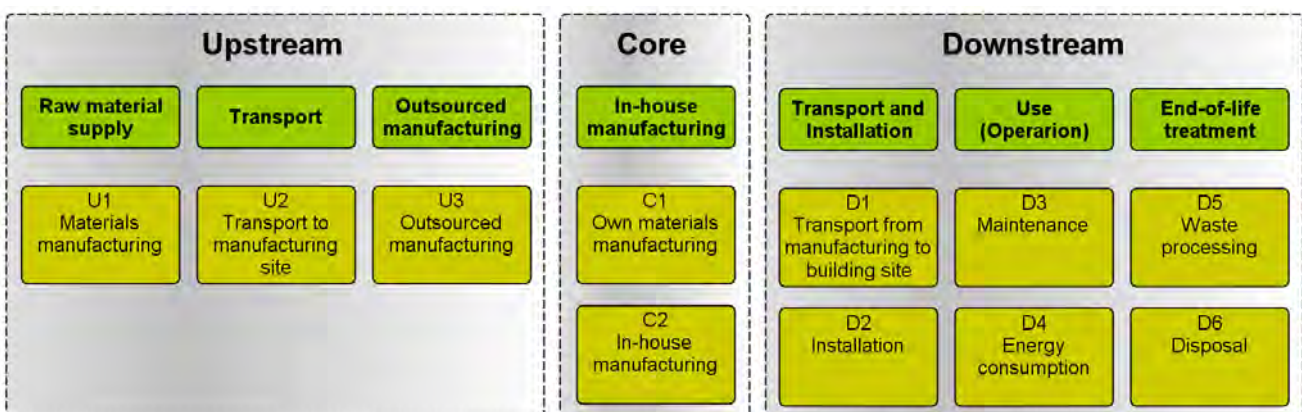
Untersuchungsrahmen für diese Studien

Zur Vereinfachung der Untersuchungen hat man sich in diesen Studienarbeiten lediglich auf Standard Schacht- und Kabinentüren (TTS/K 25) in den jeweiligen Türblattvarianten Stahl, Glas (VSG V16) und umrahmtes Glas (MGT 01) beschränkt. Das Abmessungsspektrum wurde mit TH 2100 und TB 900 definiert (Türhöhe, Türbreite).

Systemgrenzen

Die generellen Systemgrenzen werden von der PCR vorgegeben: (siehe Grafik unten)

Diese Aufteilung in vorgelagerte (Upstream), Kern- (Core) und nachgelagerte (Downstream) Prozesse wird auch in der Ermittlung der Daten berücksichtigt.



Annahmen

Für den Downstream-Prozess gibt es umfangreiche generische Datenbanken, weshalb hier im Prinzip keine Annahmen getroffen werden mussten. Der Core-Prozess ist geprägt von umfangreichen, aufwendigen Messungen in der eigenen Fertigung. Auch hier sind kaum zusätzliche Annahmen zu generieren.

Ganz anders sieht dies im Downstream-Prozess aus, da hier das Produkt den Kontrollbereich des Herstellers verlässt und in ein anderes Gesamtsystem, nämlich den Aufzug, eingebaut wird. Umweltlasten der Nutzungsphase hängen von den jeweiligen individuellen Nutzungsverhalten der Endkunden ab. Je nachdem wie häufig die Türen betätigt werden, mit welchen Geschwindigkeitsprofilen sie gefahren werden und in welches Aufzugssystem die Tür installiert wird, ergeben sich unterschiedliche Auswirkungen auf den Energieverbrauch im Betrieb und auf die zu erwartenden notwendigen Wartungsmaßnahmen. Allein die Annahme der Lebensdauer des Produkts ist ein entscheidender Faktor für das Ergebnis der Bilanz. Daneben sind Annahmen bezüglich der verwendeten Transportmittel, der Entfernung zum Einbringungs- oder Wartungsort, aber auch der Recyclingwege von entscheidender Bedeutung.

Ergebnisse

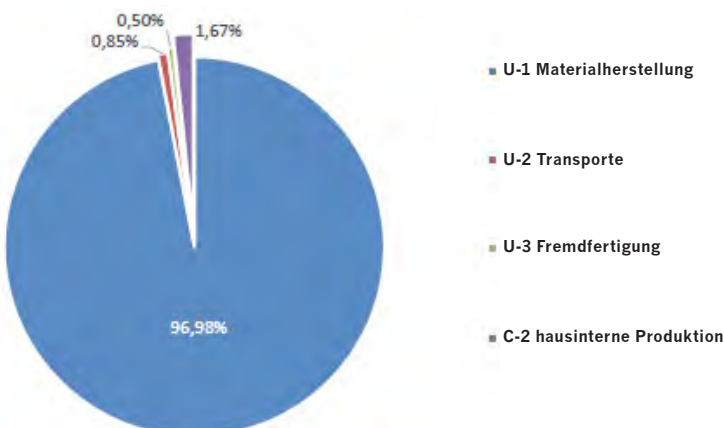
1. Ergebnisse nur für die Betrachtung des Upstream- und Core-Prozesses (Cradle to Gate):

Es wird hier bewusst nur das GWP (Global Warming Potential = CO₂-Äquivalent) verglichen, da es oft auch in der Industrie, z. B. im Automotivbereich, der einzig wirklich relevante Vergleichsparameter von Ökobilanzen ist.

Der Anteil der Eigenfertigung bei der TTS 25 Stahltüre am GWP beträgt nur 1,67 % und ist verschwindend gering. Der größte Teil mit 96,98 % ist dem Bereich U-1 zurechenbar. Die größten Verursacher finden sich jeweils auch im Materialursprung.

Fazit

Aus den sehr umfangreichen und aufwendigen Untersuchungen ergibt sich letztendlich das ernüchternde Ergebnis, dass allein die Materialherstellung mit 96 bis 97% Anteil das Gesamtergebnis der Bilanz für Cradle to Gate beeinflusst. Transporte, Fremdfertigung und die eigene, hausinterne Produktion spielen dabei so gut wie keine Rolle.

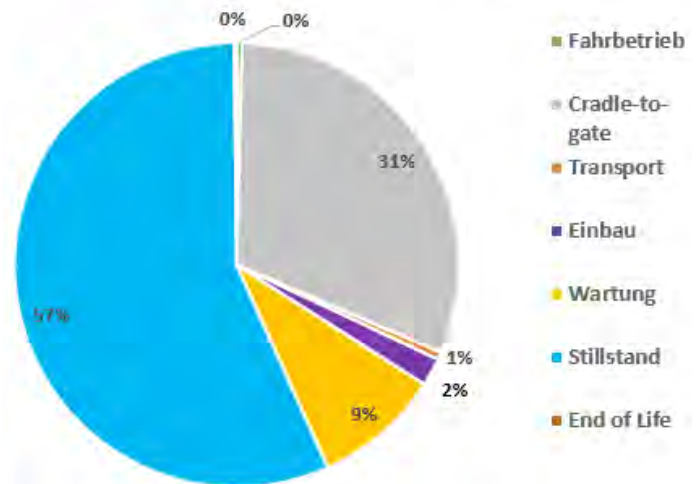


Prozentuale Aufteilung des GWP auf eine Schachttüre

2. Ergebnisse zusammengefasst über den gesamten Lebensweg:

Betrachtung Nutzungskategorie 1:

Anteil der Lebenswegabschnitte (alle Türen)

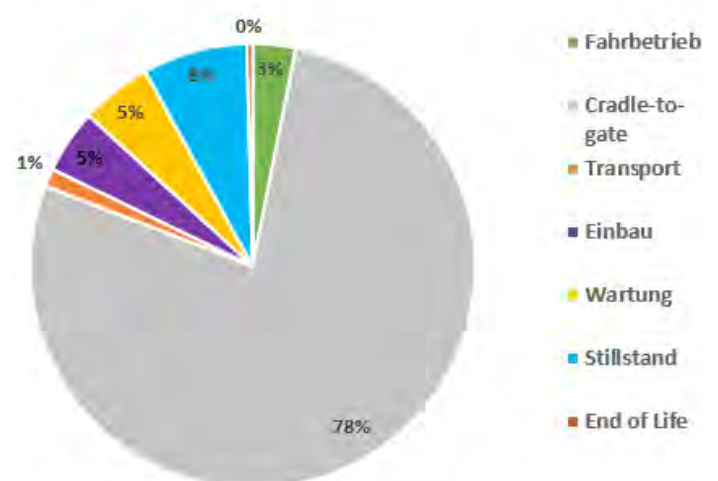


Referenzlebensdauer 25 Jahre
2 Stockwerke
Betriebstage: 360 d/a
Betriebsstunden: 24 h/d
Nutzungskategorie: 1
Türblattvariante: Stahl
Energiesparmodus: Eco+ (Abschaltung < 5 min.)

Der weitaus größte Anteil der Treibhausemissionen von Aufzugstüren (Schacht- und Kabinentüren zusammengefasst) in der Nutzungskategorie 1 wird durch den Stillstandsverbrauch verursacht (57%). 31% beträgt im Gesamten noch der Anteil des Upstream- und Core-Prozesses, hier als Cradle to gate bezeichnet.

Betrachtung Nutzungskategorie 6:

Anteil der Lebenswegabschnitte (alle Türen)



Referenzlebensdauer 25 Jahre
35 Stockwerke
Betriebstage: 260 d/a
Betriebsstunden: 16 h/d
Nutzungskategorie: 6
Türblattvariante: Stahl
Energiesparmodus: Eco+ (Abschaltung < 5 min.)

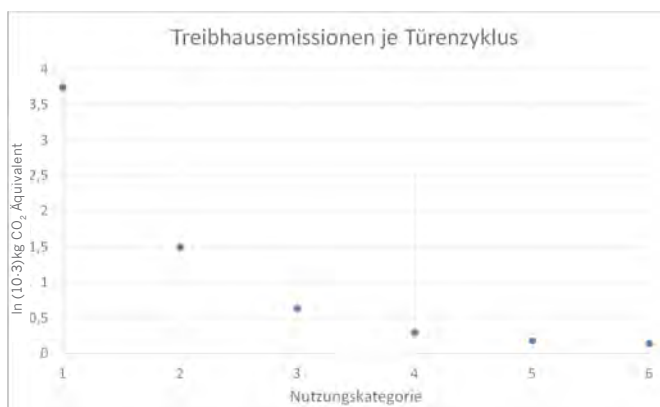
Sehr intensiv genutzte Aufzüge (Nutzungskategorie 6) befinden sich laut der Norm EN ISO 25 745-2 typischerweise in sehr hohen Gebäuden. In diesen Gebäuden ist das Verhältnis von Schacht- zu Kabinentüren sehr groß (hier im Beispiel 35:1).

Dies führt dazu, dass bei der Betrachtung der Umweltwirkungen über den Lebensweg aller Türen eines Aufzuges in dieser Nutzungskategorie der Anteil des cradle-to-gate Bereiches weiter zunimmt und nun mehr als 2/3 aller Treibhausmissionen verursacht.

Der Anteil anderer wichtiger Lebenswegabschnitte, wie beispielsweise der des Energieverbrauchs und der der Wartung in der Nutzungsphase nehmen daher paradoxerweise mit intensiverer Nutzung (und einer damit verbundenen Zunahme der absoluten Beiträge) ab.

Einfluss der Nutzungskategorien

(Treibhausmissionen in kg CO₂-Äquivalenten bezogen auf funktionelle Einheit)



Eine intensivere Nutzung führt zu niedrigeren Treibhausmissionen je Türenzyklus.

Hierbei weisen sehr intensiv genutzte Aufzugstüren (Nutzungskategorie 5 und 6) um den Faktor 10 niedrigere Werte auf als Türen, die in der Nutzungskategorie 1 betrieben werden.

Daher können Türen aus unterschiedlichen Nutzungskategorien nicht miteinander verglichen werden.

Gesamtfazit zur Ökobilanzierung von Aufzugstüren

Im ersten Teil, der Masterarbeit „Cradle to gate“, wurden große Anstrengungen für die Messung von Energieverbräuchen in der eigenen Produktion unternommen und komplizierte Systemfließbilder entwickelt, um dann letztendlich festzustellen, dass die eigene Produktion in der Ökobilanzierung keine Rolle spielt, sondern alleine die Rohstoffherzeugung des eingesetzten Materials.

Diese Werte für die Rohstoffgewinnung können über entsprechende Datenbanken abgefragt werden, so dass insgesamt im Upstream- und Core-Prozess so gut wie keine Annahmen getroffen werden müssen und damit auch eine gute Vergleichbarkeit gegeben ist.

Ganz anders im zweiten Teil, dem Downstream-Prozess. Hierbei müssen sehr viele unterschiedliche Annahmen ge-

troffen werden, da das Produkt Aufzugstür in ein Gesamtsystem „Aufzug“ eingebaut wird und damit den Kontrollbereich des Herstellers verlässt. Es kommen zahlreiche Einflussfaktoren ins Spiel, wie z.B. das Nutzungsverhalten des Verbrauchers, die angenommene Lebensdauer des Produkts, die Transportwege zum Einbau und zur Wartung, die eingesetzten Transportmittel, die Entfernung, aber auch die Recyclingwege und noch vieles mehr.

Um sich ein Bild über die zu treffenden Annahmen machen zu können, hier ein Auszug eines Fallbeispiels:

- ▶ **Aufzugstüren:**
 - umrandetes Glastürblatt
 - 25 Jahre Referenzlebensdauer
- ▶ **Gebäude/Aufzug:**
 - mittelgroßes Hotel (360 d und 24 h/Tag Betrieb)
 - 8-Stockwerke (3 m Etagenhöhe)
 - Nutzungskategorie 3 (300 Fahrten/Tag)
- ▶ **Transport**
 - Lkw klein (Nennlast 12,3t/ EURO 5 / 85% Beladungsrate)
 - 500km
- ▶ **Einbau**
 - Anteilig 123,7 km der Anreise für die Kabinentür
 - Anteilig 61,9 km der Anreise auf jede Schachttür
 - Dieselfahrzeug EURO 4
 - Befestigung der Schachttüren mit verzi. Segmentankern
 - Einsatz von energetisch betriebenen Werkzeugen
- ▶ **Wartung**
 - 30 km durchschnittliche Anreise (Diesel EURO 4)
 - 4 vorbeugende Wartungen/Jahr
 - Alle Verschleißteile werden im Rahmen der vorbeugenden Wartung getauscht (Versand 500km/Lkw klein/ 85% Beladungsrate/EURO 5)
- ▶ **Energieverbrauch**
 - kein Energiesparmodus
 - keine Lichtgitterabschaltung
- ▶ **End-of-Life**
 - Recycled-content
 - Flachgläser werden nach dem Ende der Lebensphase deponiert

Aufgrund dieser vielen, notwendigen Annahmen ist es fraglich, ob der ursprüngliche Sinn des EPD-Systems, nämlich Transparenz und Vergleichbarkeit zu schaffen, auf der Komponentenebene überhaupt erfüllt werden kann.

Letztendlich kann nur ein Gesamtsystem, also ein kompletter Aufzug, nach bestehender PCR sinnvoll bilanziert werden.

Komponentenhersteller müssten entweder die Annahmen von den Aufzugsherstellern vorgegeben bekommen, um dann damit selbst eine sinnvolle EPD erstellen zu können, die einer Vergleichbarkeit standhält, oder man beschränkt sich auf die zweite Möglichkeit, wie in der PCR Punkt 7.1.1 beschrieben und liefert als Komponentenhersteller nur die notwendigen Informationen, wie Art der Materialien, Nutzungsdauer der Komponente, Wartungsmaßnahmen, so wie Informationen zu den Rückbaumaßnahmen.

Auf Basis von diesen Angaben kann der Aufzugshersteller dann eine Gesamtbilanz erstellen.

In Anbetracht der zuvor aufgezeigten Einflussmöglichkeiten durch die Annahmen-Festlegung scheint dies wohl der sinnvollere Weg zu sein.