

# Ecodesign & Lifecycle Assessment

Malte Schäfer

27.04.2017

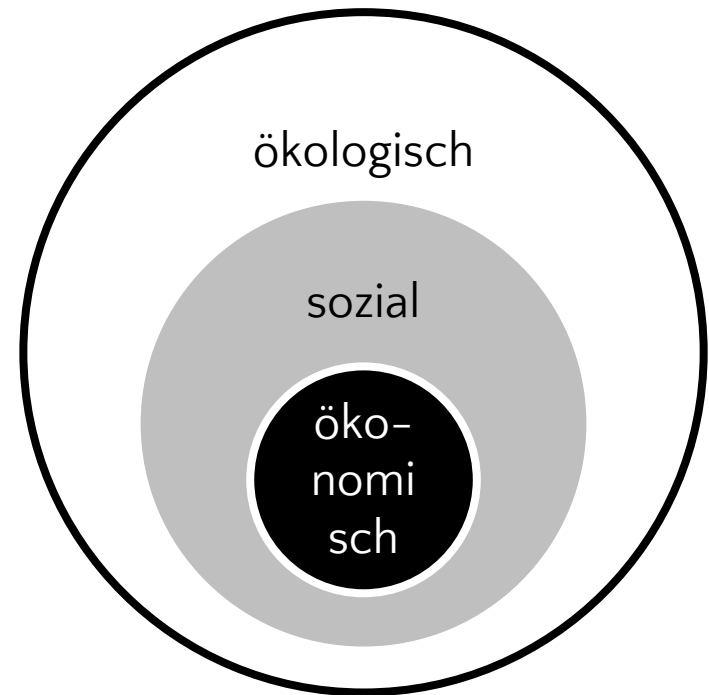
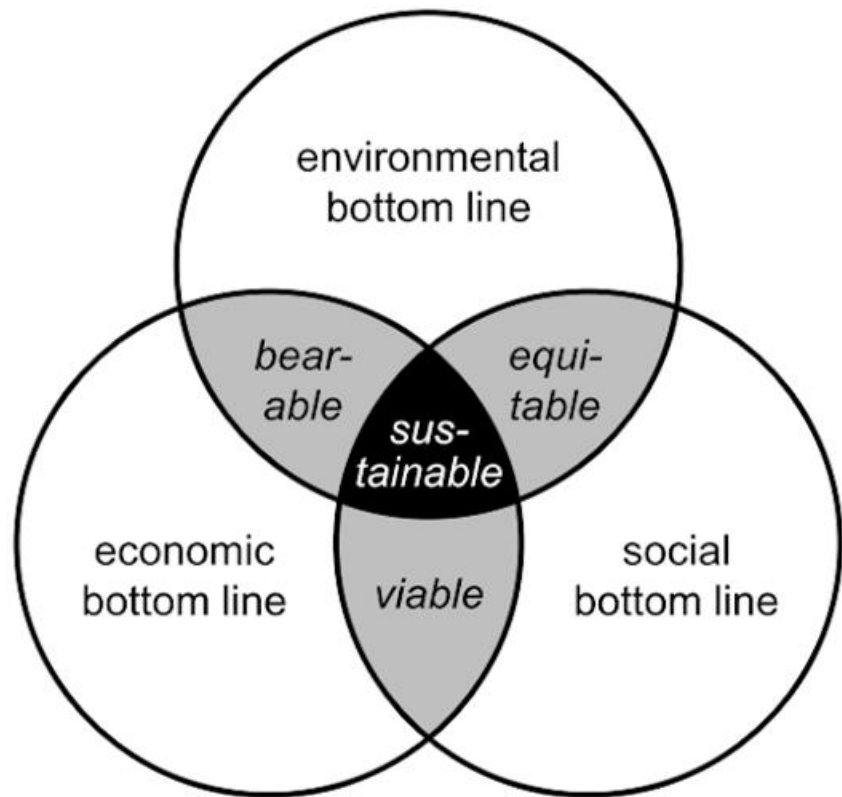
[schaefer@ikt.rwth-aachen.de](mailto:schaefer@ikt.rwth-aachen.de)

- 
1. Was ist Nachhaltigkeit?
  2. Wie kann sie gemessen werden?

- 
1. Was ist Nachhaltigkeit?
  2. Wie kann sie gemessen werden?

# Was ist Nachhaltigkeit?

---



Quelle: Petersen, 2017

# Was ist Nachhaltigkeit?

---

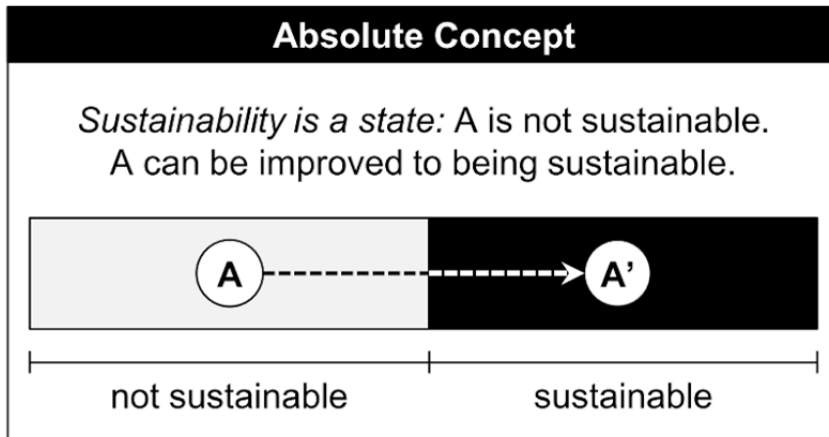
- Definition:

*„Die Menschheit hat die Fähigkeit, Entwicklung nachhaltig zu gestalten um sicherzustellen, dass die **Bedürfnisse der Gegenwart** erfüllt werden können, ohne dabei die Fähigkeit **zukünftiger Generationen** aufs Spiel zu setzen, **ihre Bedürfnisse** zu erfüllen.“* (Brundtland, 1987)

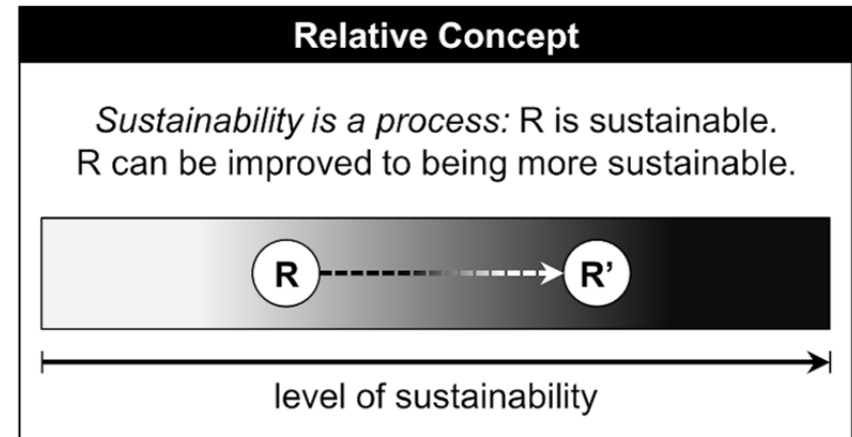
Quelle: Brundtland, 1987

# Nachhaltigkeit – absolut oder relativ?

*Transformational Approach*



*Reformist Approach*



Quelle: Petersen, 2017

# Ökonomischer Kontext – „Triple Bottom Line“

---

*“Vereinfacht gesagt ist der Zweck einer Triple Bottom Line Agenda, Unternehmen nicht nur auf die ökonomische Wertschöpfung auszurichten, sondern auch zu betrachten, welche ökologischen und sozialen Werte geschaffen oder zerstört werden.” (Elkington, 2004)*

Quelle: Elkington, 2004

# The Monkey Trap

---

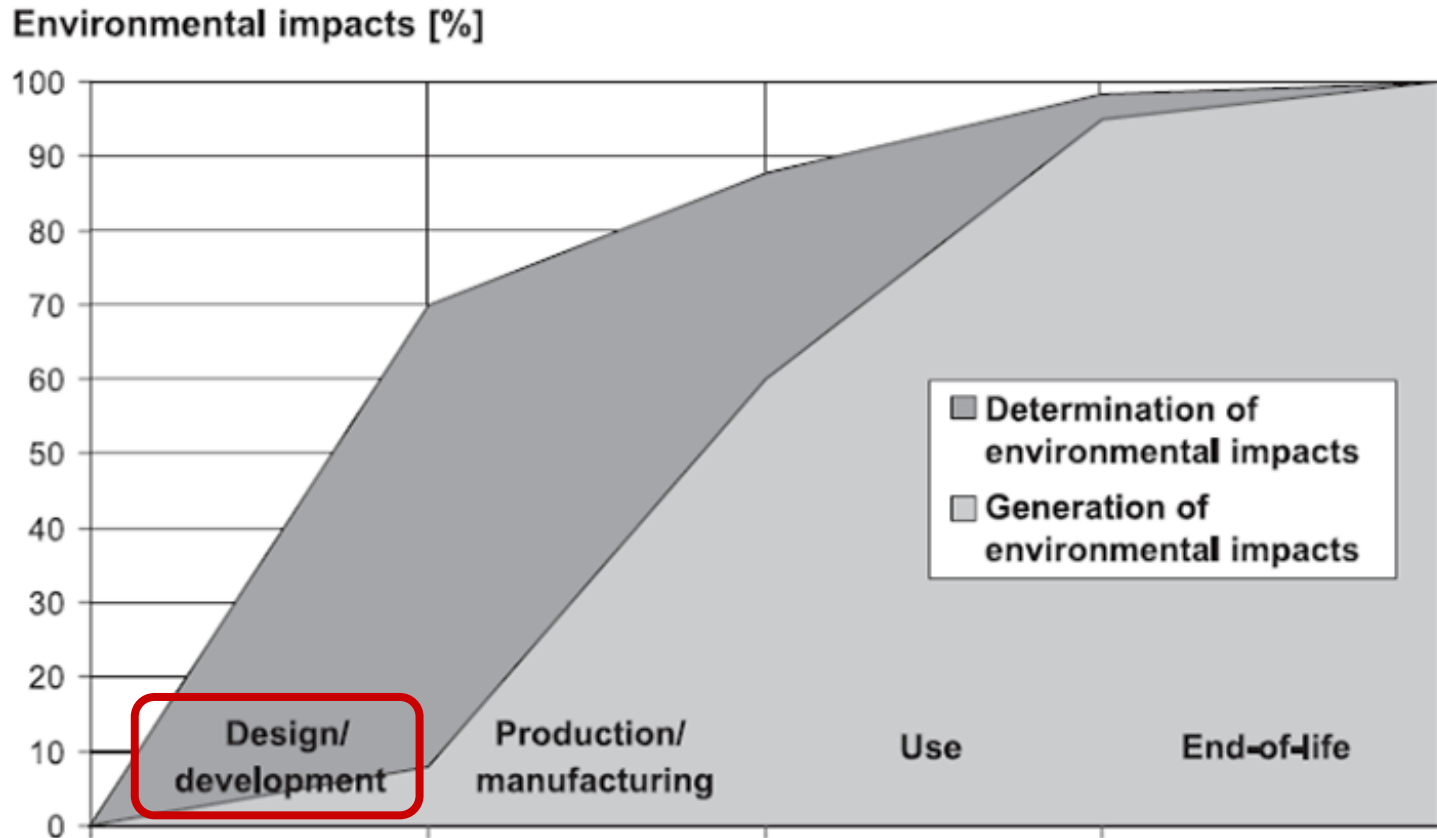
A monkey comes into a village at night. He finds a hole in the ground and circles it warily, smelling food. His paw just barely fits into the opening, because the hole is actually a narrow-mouthed jug buried flush with the ground. He manages to scoop up a handful of rice, but can't run off with the food—since his closed fist can't be drawn back through the jar's opening. Not wanting to lose the food, he screeches, but keeps his fist closed. Shortly, a villager comes by with a rock or pole and kills the monkey, either as a pest or for food. <sup>2</sup>

Wer ist der Affe, wer ist der Dorfbewohner?

Quelle: Elkington, 1997



# Unsere Verantwortung als Produktentwickler



Quelle: Rebitzer, 2004

# Einschränkung

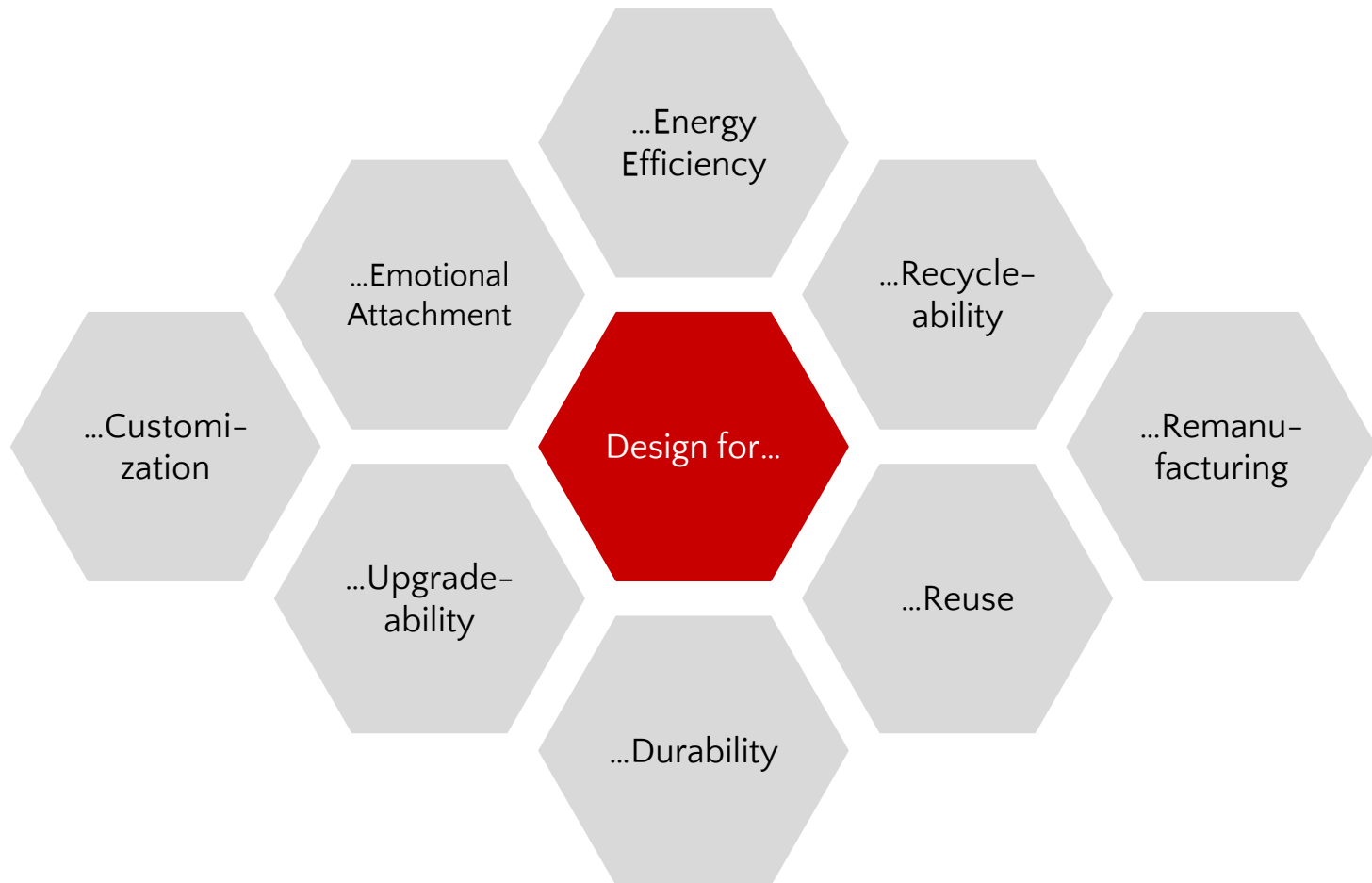
---

- Im Folgenden stehen ökologische Aspekte im Fokus
- Ökonomische und soziale Aspekte sind ebenso wichtig; erstere werden bereits umfassend berücksichtigt, letztere sind deutlich schwieriger zu messen und zu erfassen  
→ Geng Stoff für eigene Vorlesungsreihe

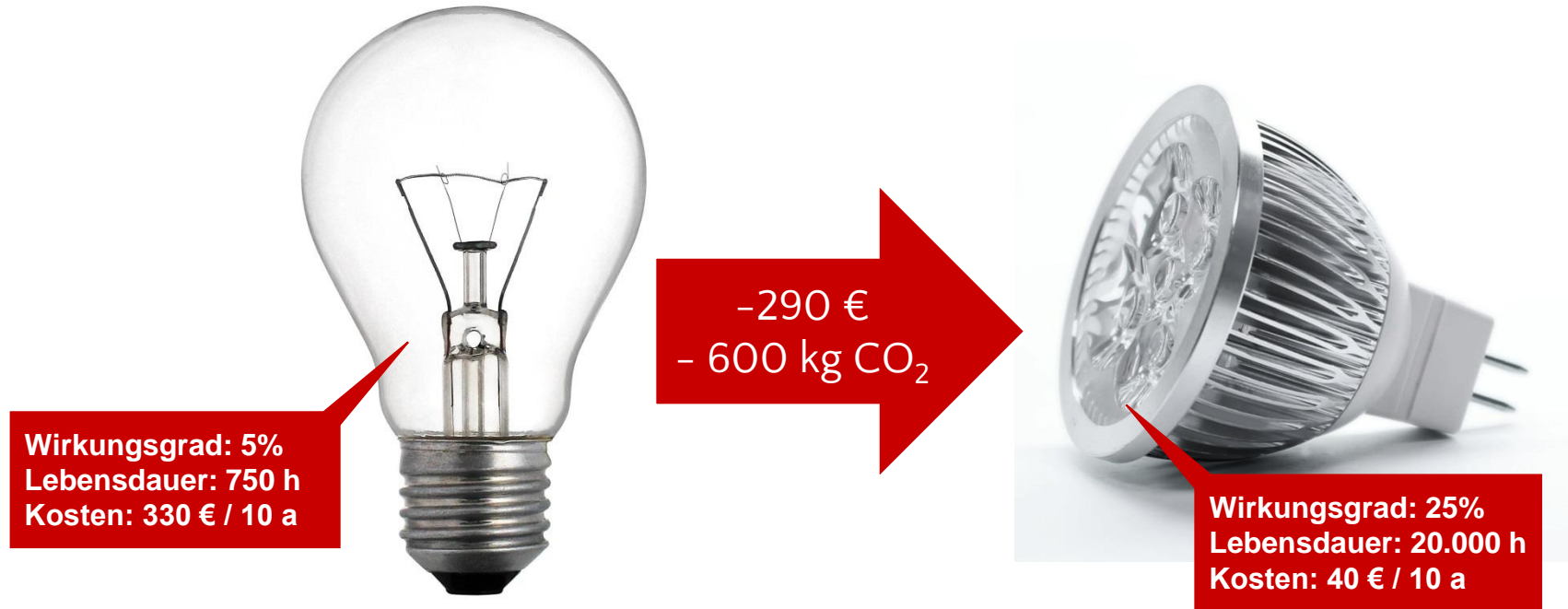
# Wie entwickelt man nun nachhaltige Produkte?

---

## Ecodesign Strategien:



# Design for Energy Efficiency



Für Produkte, die während ihrer Nutzung Energie verbrauchen (Kühlschrank, PKW)

Quelle: blenderguru.com / airconz.co.za

# Design for Durability

---

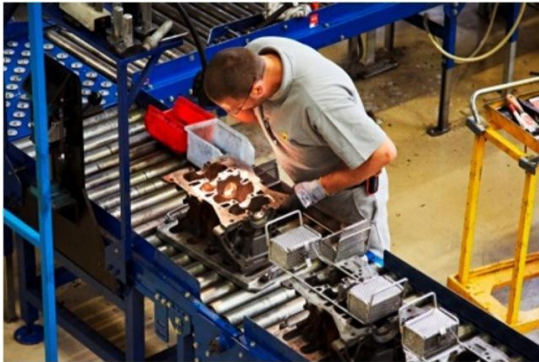


Für Produkte, die häufig ersetzt werden und/oder schnell abnutzen  
(Werkzeug, Schuhe)

Quelle: ABC News / pocketnow.com

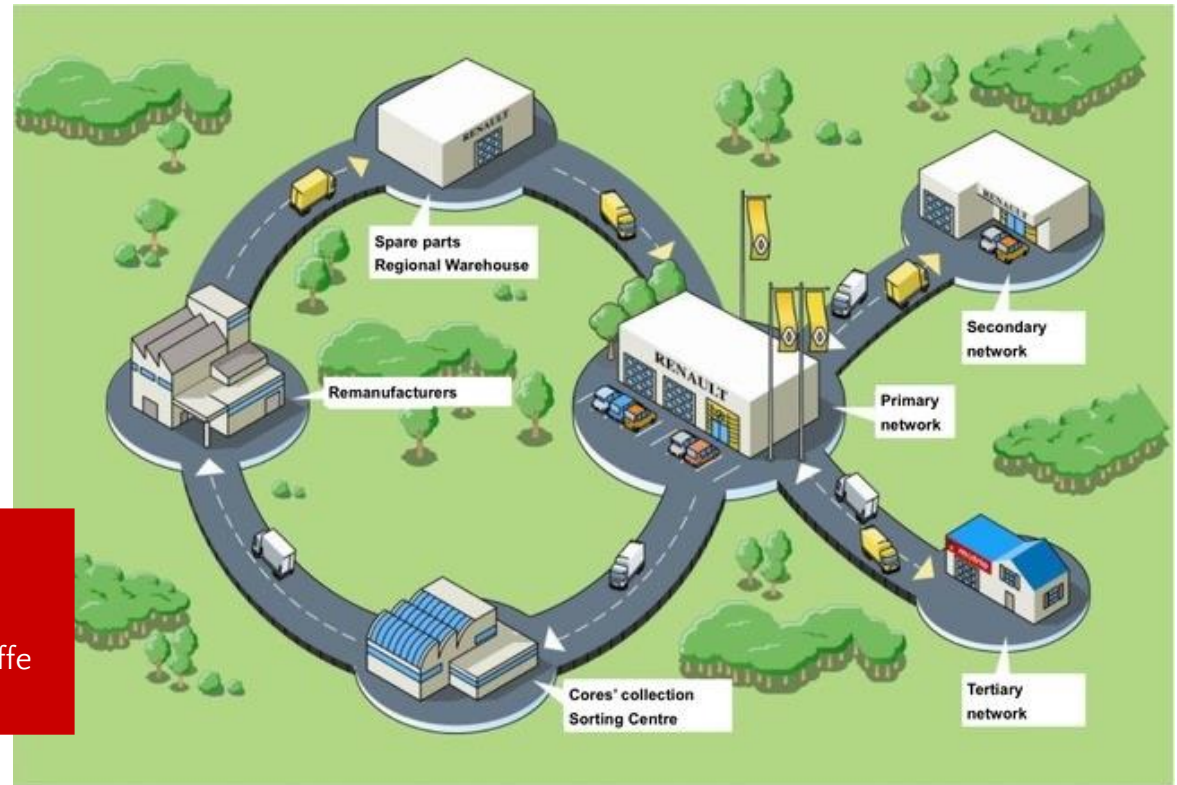
# Design for Remanufacturing

- Renault: Choisy-le-Roi – Remanufacturing Plant



## Aufbereitetes Teil:

80% weniger Energie  
88% weniger Wasserverbrauch  
92% weniger chemische Inhaltsstoffe  
30 – 50% günstiger



Quelle: Ellen MacArthur Foundation

# Design for Reuse



Second Life  
für den Akku

Anmerkung: Tesla verkauft derzeit **keine** gebrauchten Fahrzeugbatterien als Energiespeicher für zu Hause. Dies ist lediglich ein Gedankenspiel.

Strom für eine Woche

Quelle: tesla.com

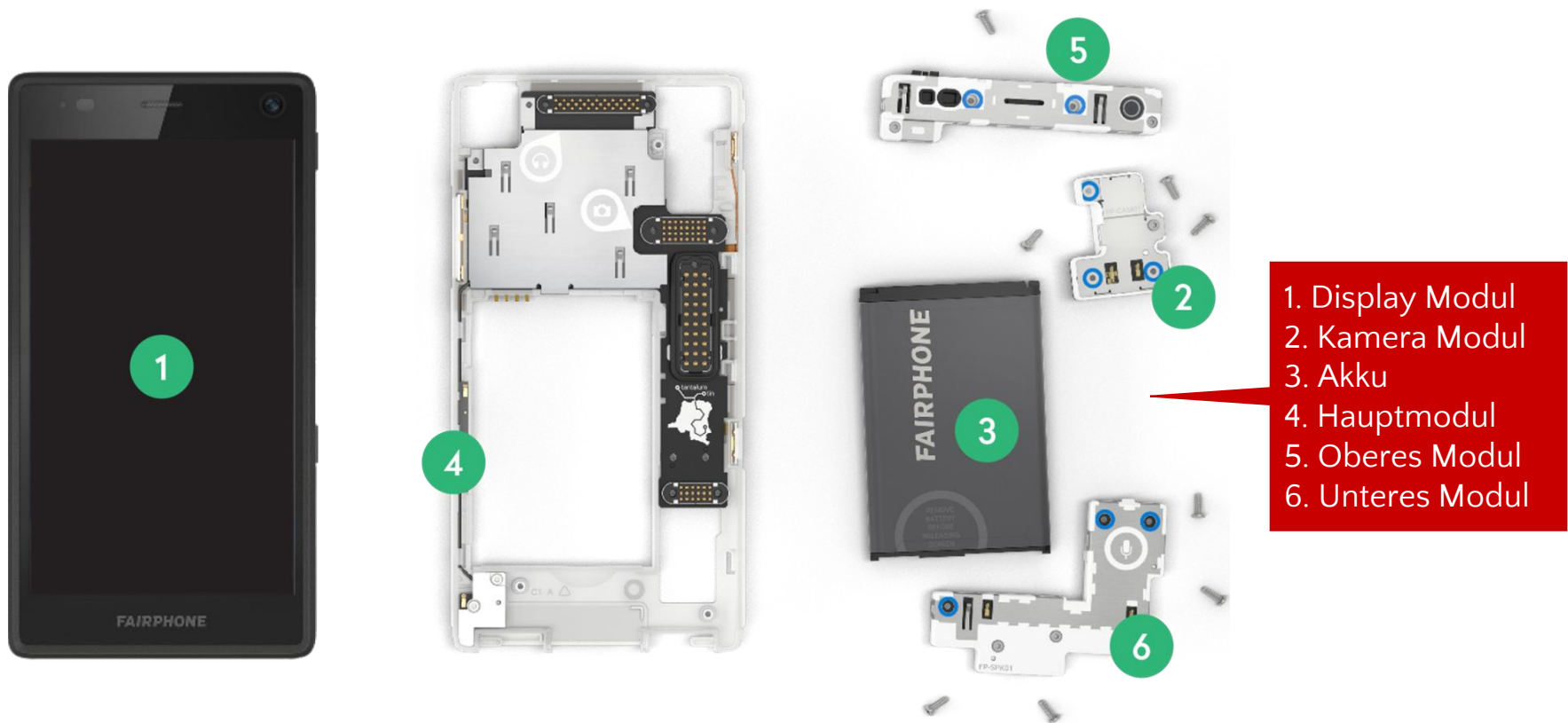
# Design for Upgradeability



Quelle: alazygirlgoesgreen.com



# Design for Upgradeability



Modulares Design: Für Produkte, bei denen ein schneller technologischer Fortschritt zu erwarten ist

Quelle: Fairphone.com

# Design for Emotional Attachment

---



Von welchem Sessel würden Sie sich zuerst trennen?

Quelle: Pinterest / IKEA

# Gestaltungsziele

---

- Ziel 1: Ein Produkt entwerfen, welches mit einem Minimum an Ressourcen, Verschmutzung und ungewünschten Materialien hergestellt werden kann.
  - Ziel 2: Sicherstellen, dass durch die Nutzung des Produkts kleinstmögliche negative oder sogar positive Auswirkungen auf die Umwelt stattfinden.
  - Ziel 3: Maximale Nutzungsintensität anstreben – nur so viel Material wie notwendig, kein Leerlauf im Gebrauch.
  - Ziel 4: Vermeiden, dass ein Produkt auf Grund von Abnutzung oder technologischer oder ästhetischer Obsoleszenz weggeworfen wird.
  - Ziel 5: Sicherstellen, dass möglichst alle Teile eines Produkts am Ende seines (ersten) Lebenszyklus wiederverwendet werden können.
- 
- Für Interessierte: Luttrupp, Conrad, and Lagerstedt, Jessica. "EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development." *Journal of Cleaner Production* 14.15 (2006): 1396–1408.

# Okay, legen wir los!



✓ leicht



✓ beständig

Ist das  
Ecodesign?

iPhone 5 White

\* Refurbished

✓ aufbereitet



✓ individuell

Quelle: carscoops.com / kmweg.com / fix4u.co.nz / <http://perfectconcept-cars.blogspot.de>

# Na gut, aber elektrisch = grün...

0g CO<sub>2</sub> / km  
Fahrzeugemissionen



Quelle: tesla.com

# Na gut, aber elektrisch = grün... oder?

TRANS-CANADA HIGHWAY

Singapore taxes Tesla owner \$14,550  
because his Model S is a 'high polluter'

*"...a private vehicle inspection provider tested the car [...] and found it consumes 444 watt hours per kilometre (Wh/km). That's the equivalent CO2 emission of 222g per kilometre."*

Quelle: tesla.com / The Globe and Mail, Mar 11th 2016

# Nicht immer...

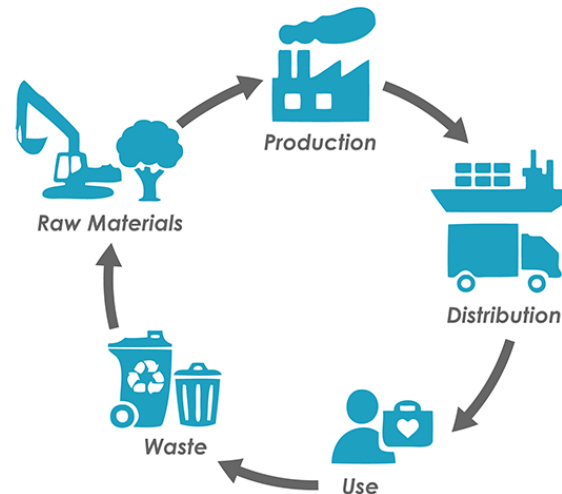


Quelle: audi.de

# Wie findet man nun die nachhaltigste Lösung?

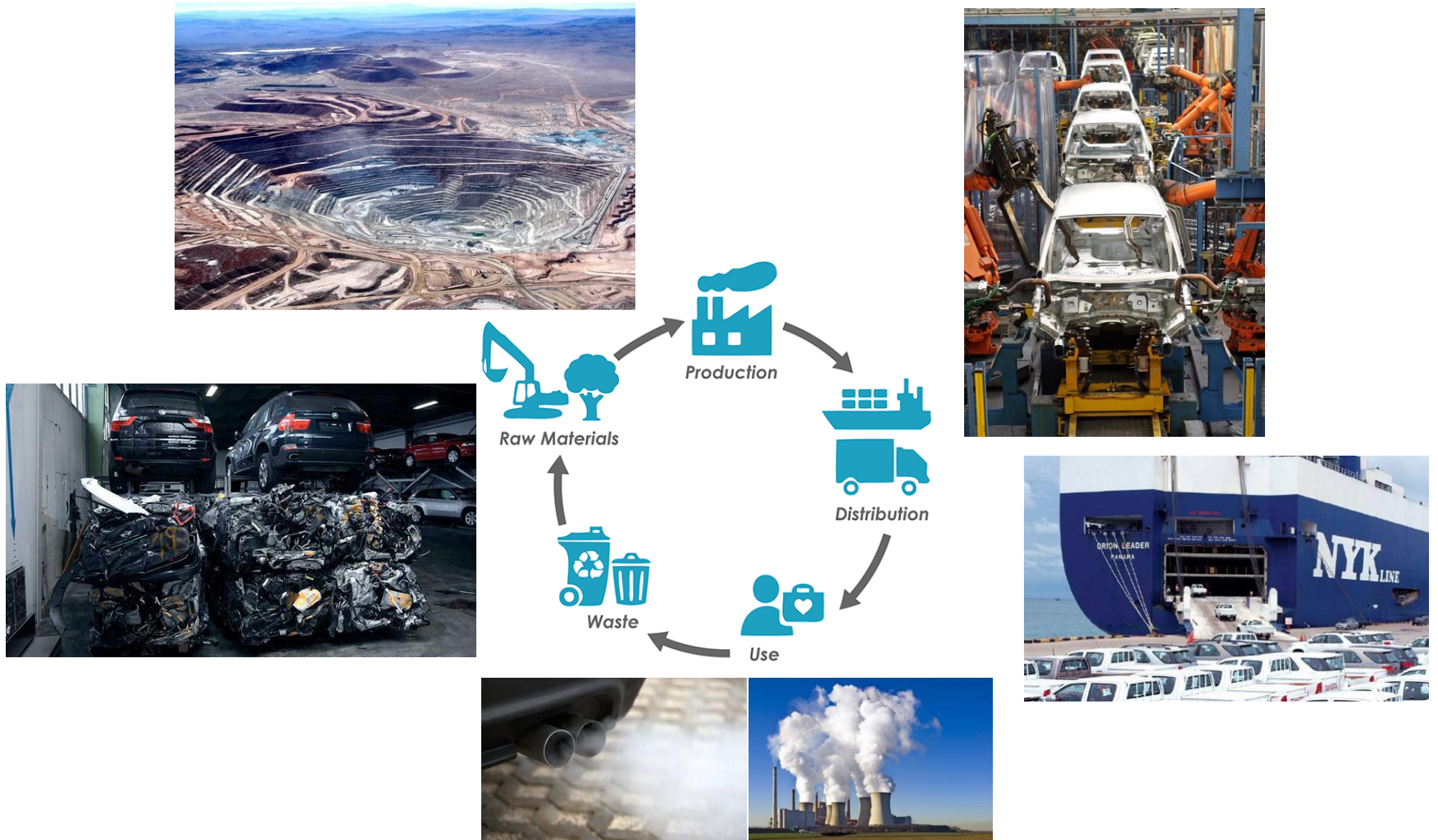
---

Es kommt auf die Betrachtung des gesamte Lebenszyklus an.





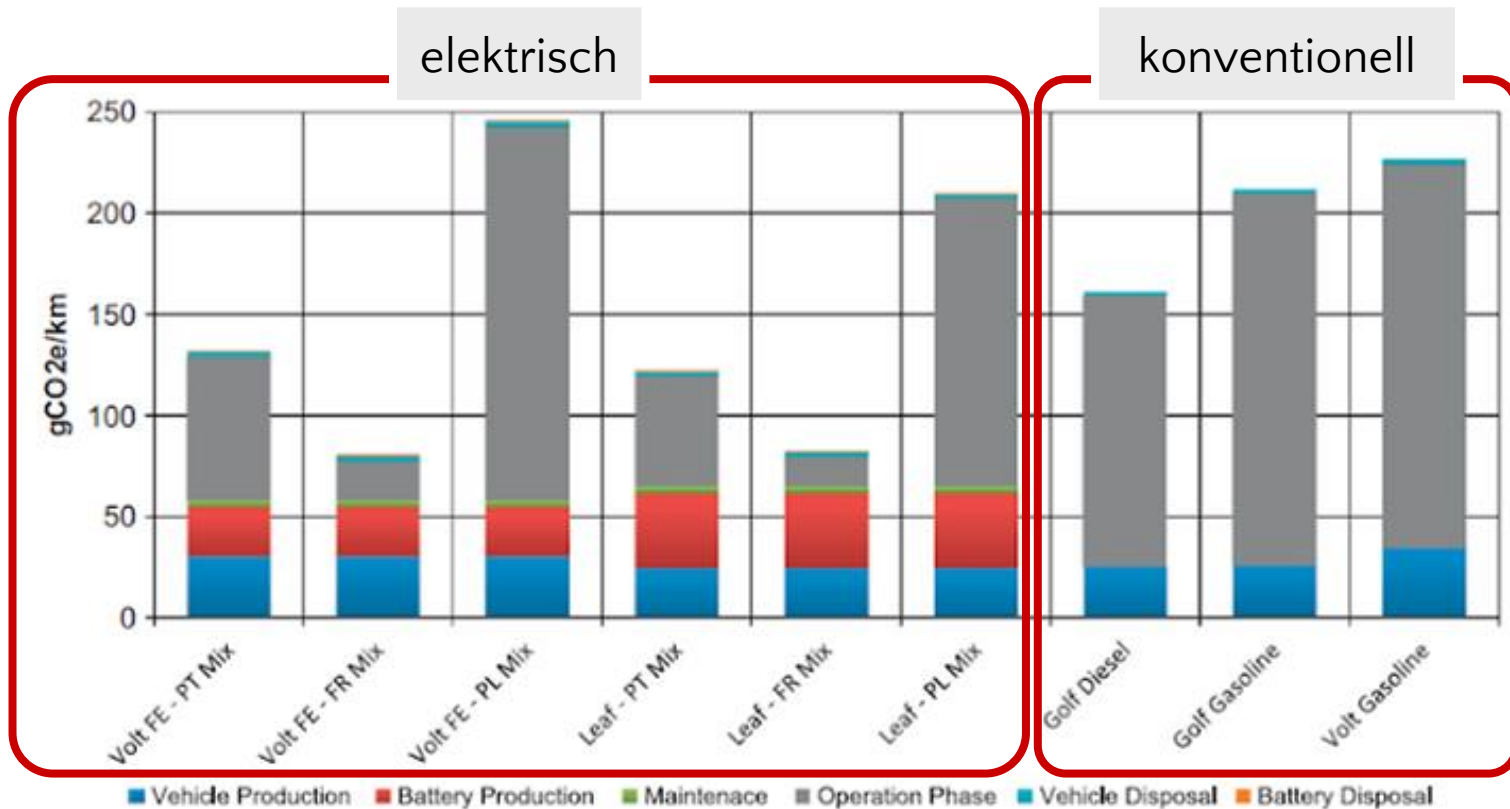
# Lebenszyklus Betrachtung



Quelle: [snopes.com](http://snopes.com) / [fleetowner.com](http://fleetowner.com) / [internationalshipping.com](http://internationalshipping.com) / [procarmechanics.com](http://procarmechanics.com) / [inhabitat.com](http://inhabitat.com) / [bmw-welt.com](http://bmw-welt.com)

# Lebenszyklus – ICEV vs. EV\*

Welcher Antrieb ist besser für die Umwelt?



Quelle: Faria et al., 2013  
Vehicle, EV = Electric Vehicle

\*ICEV = Internal Combustion Engine

- 
1. Was ist Nachhaltigkeit?
  2. Wie kann sie gemessen werden?

# Lifecycle Assessment – LCA

---

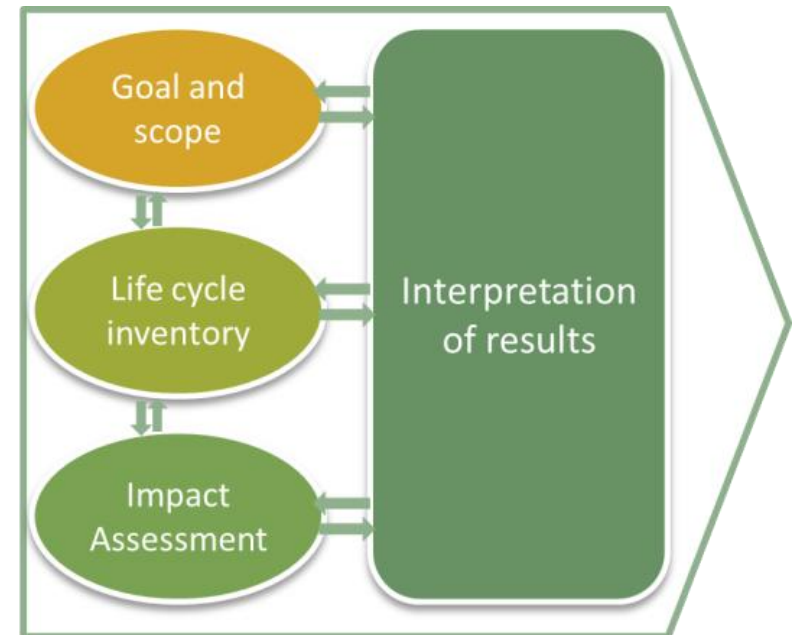
- Definition:

*„Life Cycle Assessment (LCA) ist ein **methodisches Vorgehen**, um die **umweltrelevanten Auswirkungen**, die dem **gesamten Lebenszyklus** eines Produkts zugeschrieben werden können, **abzuschätzen** und zu **bewerten**. Dazu zählen u.a. der Klimawandel, die Abnahme des Ozongehalts der Stratosphäre, Smog Erzeugung, Eutrophierung, Versauerung, toxikologischer Stress für Mensch und Umwelt, Ressourcenverbrauch, Wasserverbrauch, Landnutzung, Lärm und weitere Faktoren.“* (Rebitzer et al., 2004)

Quelle: Rebitzer et al., 2004

# Lifecycle Assessment - LCA

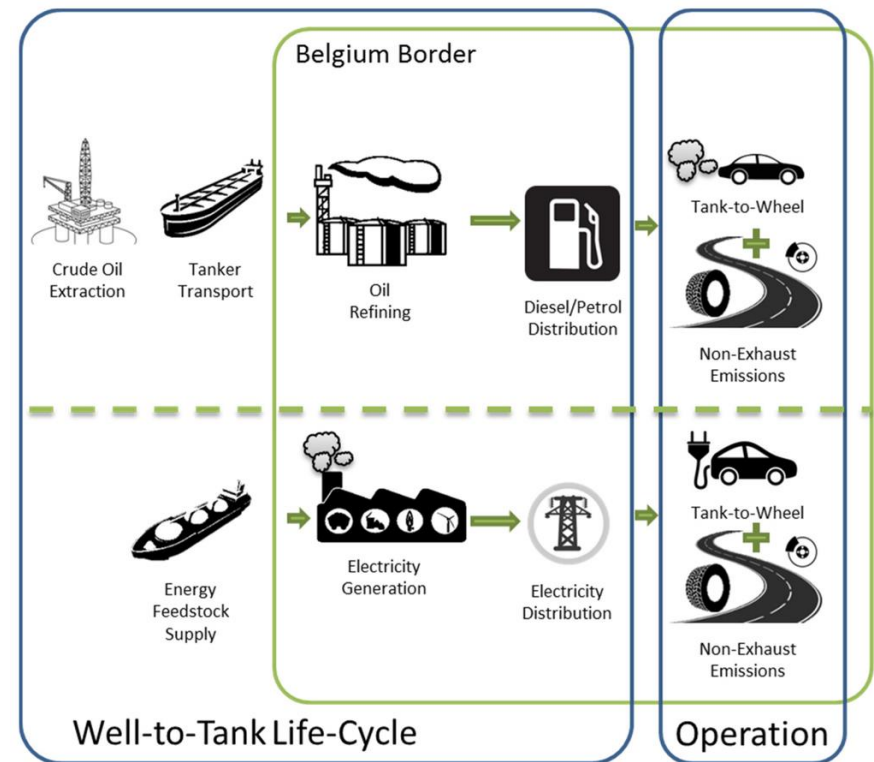
- Vorgehen:
  - Goal and scope definition
  - Inventory analysis (LCI)
  - Impact assessment (LCIA)
  - Interpretation



Quelle: ISO 14040:2006 / life-aquaenvec.eu

# LCA Arbeitsschritte (1/4)

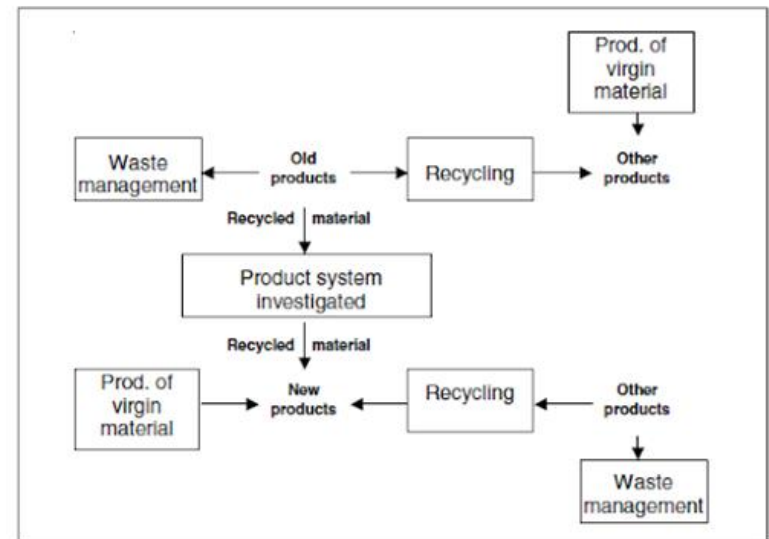
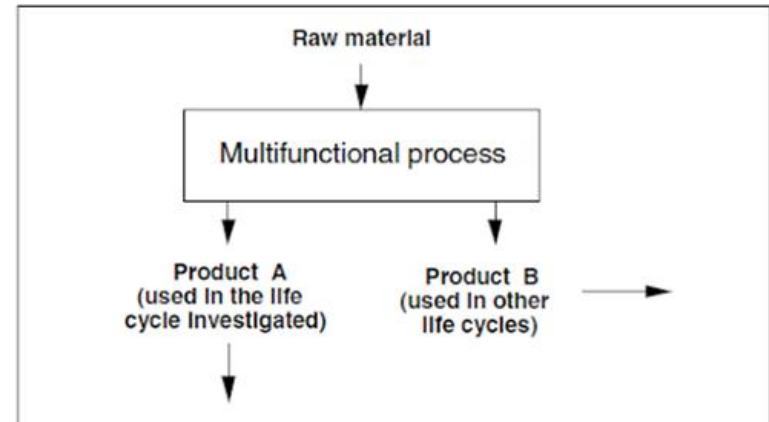
- Goal and Scope Definition:
  - Beschreibung des Produktsystems: Systemgrenzen und funktionale Einheit
  - Funktionale Einheit: Produkte oder Dienstleistungen (z.B. Fahrzeug A vs. Fahrzeug B oder Personen-km)



Quelle: Rebitzer, 2013 / mdpi.com

# LCA Arbeitsschritte (2/4)

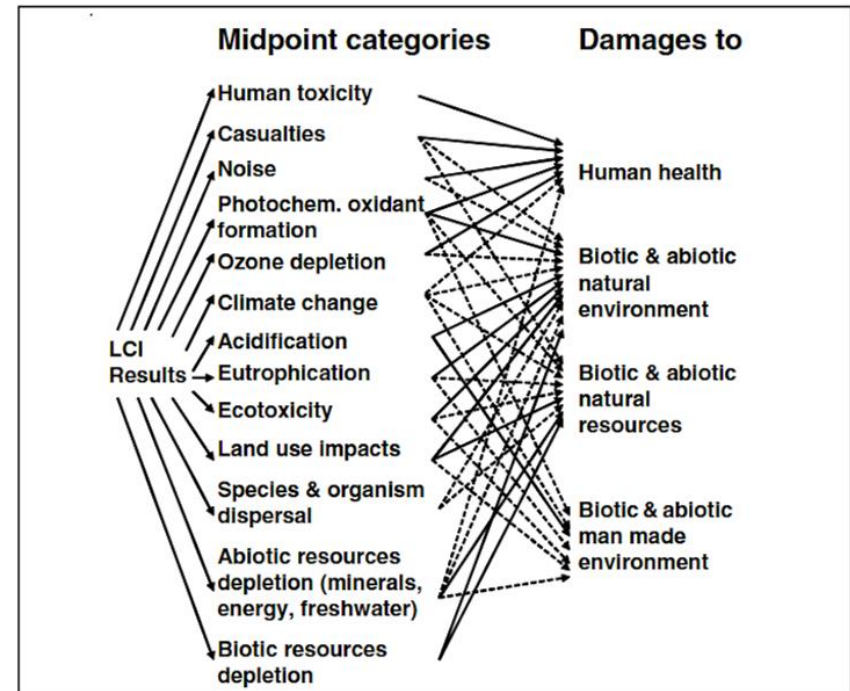
- Inventory Analysis (LCI):
  - Erfassung der Daten, die Ein- und Ausgänge in das System beschreiben (z.B. Energie, Wasser, Rohmaterial, Produkte, Abfall etc.)



Quelle: ISO 14040:2006 / Ekvall & Weidema, 2004

# LCA Arbeitsschritte (3/4)

- Impact Assessment (LCIA):
  - Basis für die Analyse der potentiellen Auswirkungen von Rohstoffextraktion und Abfallerzeugung bzw. Verschmutzung
  - Resultat: Bewertung eines Produktlebenszyklus hinsichtlich verschiedener Auswirkungen (Klimawandel, toxikologische Belastung, Landnutzung etc.)



Quelle: Rebitzer, 2013 / Jolliet et al., 2004



# LCA Arbeitsschritte (4/4)

- Interpretation:
  - Vergleich von zwei oder mehr Alternativen
  - Priorisieren im Fall von Trade-Off Situationen
  - Entscheidungsempfehlungen
  - Beispiel: LCA Westeuropa

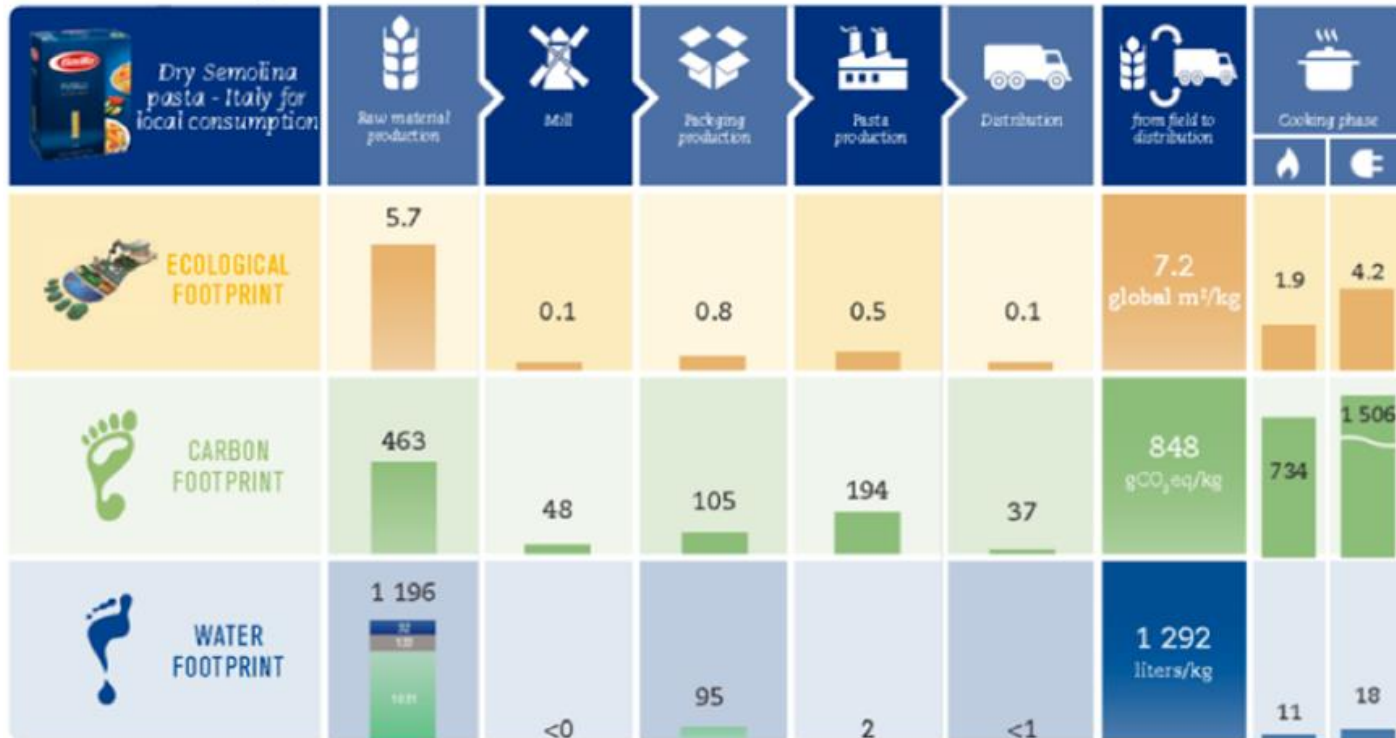
Damage categories	Normalization factors	Unit
Human health	0.0077	DALY/pers/yr
Ecosystem Quality	4650	PDF·m <sup>2</sup> ·yr/pers/yr
Climate Change	9950	kg CO <sub>2</sub> /pers/yr
Resources	152000	MJ/pers/yr

Quelle: Rebitzer, 2013 / Joliet – Impact2002+ \*DALY = Disability Adjusted Life Years;

\*\*PDF = Potentially Disappeared Fraction

# LCA – Priorisierung (1/2)

So könnte das Ergebnis einer LCA aussehen:



Wie priorisiert man nun verschiedene Kategorien?

Quelle: tasteofscience.com

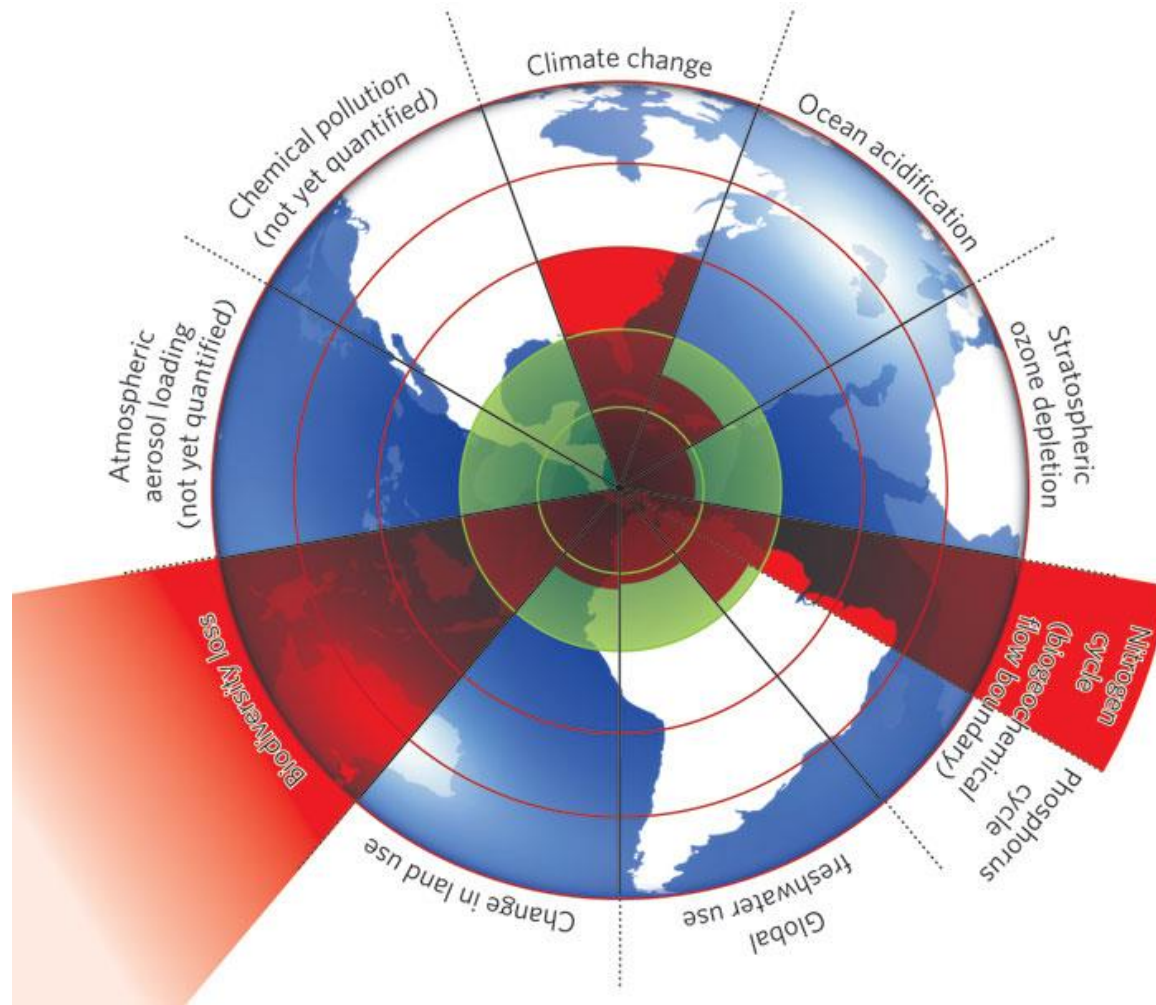
# LCA – Priorisierung (2/2)

---

**Antwort:** Es kommt drauf an.

- Auf die Region (Kalifornien/Australien? Wassermangel!)
- Auf die Firmenstrategie (oder das Fehlen derselbigen...)
- Auf die Gesetzgebung (Automobilindustrie: CO<sub>2</sub> im Fokus)
- Auf die Kundin (Weiß sie was Eutrophierung ist?)
- Auf die Marketing Strategie (möchtest Du es ihr erklären?)
- Auf ökonomische und ökologische Randbedingungen (Steigt der Preis von Lithium? Gehen die Phosphor Vorräte zur Neige?)
- ...und auf viele weitere Faktoren

# Ökologische Randbedingungen – global



Quelle: Rockström et al., 2009

- 
1. Was ist Nachhaltigkeit?
  2. Wie kann sie gemessen werden?

# Zusammenfassung

---

- Nachhaltigkeit = ökonomisch + ökologisch + sozial
- Entwickler bestimmen die ökologischen Auswirkungen eines Produkts
- Designstrategien helfen dabei, Produkte nachhaltiger zu gestalten: (Design for X)
- Es kommt auf die Lebenszyklusbetrachtung (LCA) an
- Die LCA ist eine Methode, um Umweltauswirkungen zu erfassen und zu quantifizieren
- Die Priorisierung der verschiedenen Kategorien der Umweltauswirkungen stellt eine Herausforderung dar



Danke!

[schaefer@ikt.rwth-aachen.de](mailto:schaefer@ikt.rwth-aachen.de)