

# Der Multirecycling-Ansatz in der Ökobilanz von Stahl

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner  
Sabrina Neugebauer

Konferenz „Stahl und Recycling“  
Wirtschaftsvereinigung Stahl  
Berlin, 12.11.2013



Technische Universität Berlin  
Institut für Technischen Umweltschutz  
Fachgebiet Sustainable Engineering

- Motivation
- Multirecycling-Ansatz für Ökobilanzen
- Absicherung der Methode
- Zusammenfassung und Ausblick



„LCAs provide the best framework for assessing the potential environmental impacts of products currently available.“ EU-Commission - Integrated Product Policy - COM/2003



Carbon  
Footprint



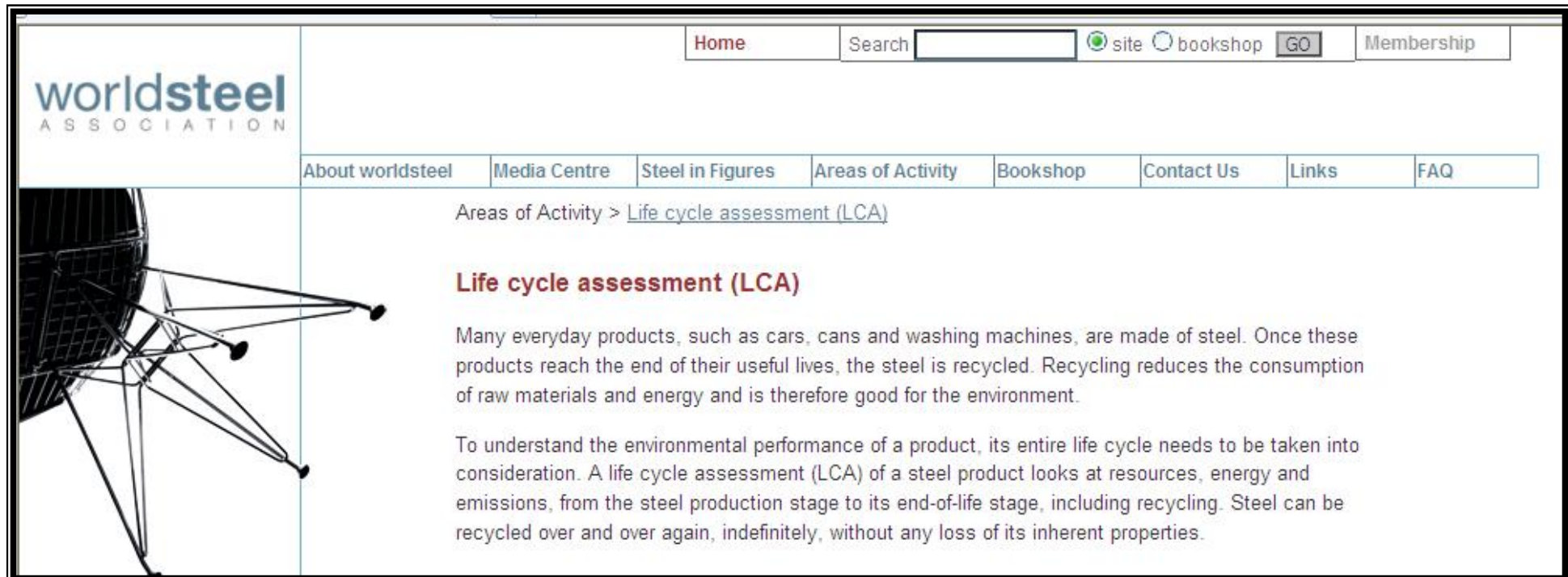
Water  
Footprint



Environmental  
Footprint



European Platform on Life Cycle Assessment (LCA)



The screenshot shows the Worldsteel Association website. The top navigation bar includes links for Home, Search, site, bookshop, GO, and Membership. Below this is a secondary navigation bar with links for About worldsteel, Media Centre, Steel in Figures, Areas of Activity, Bookshop, Contact Us, Links, and FAQ. The main content area is titled "Areas of Activity > Life cycle assessment (LCA)". The page features a large image of a wireframe structure on the left. The text on the page discusses the environmental benefits of steel recycling and the importance of Life Cycle Assessment (LCA) for understanding a product's environmental performance.

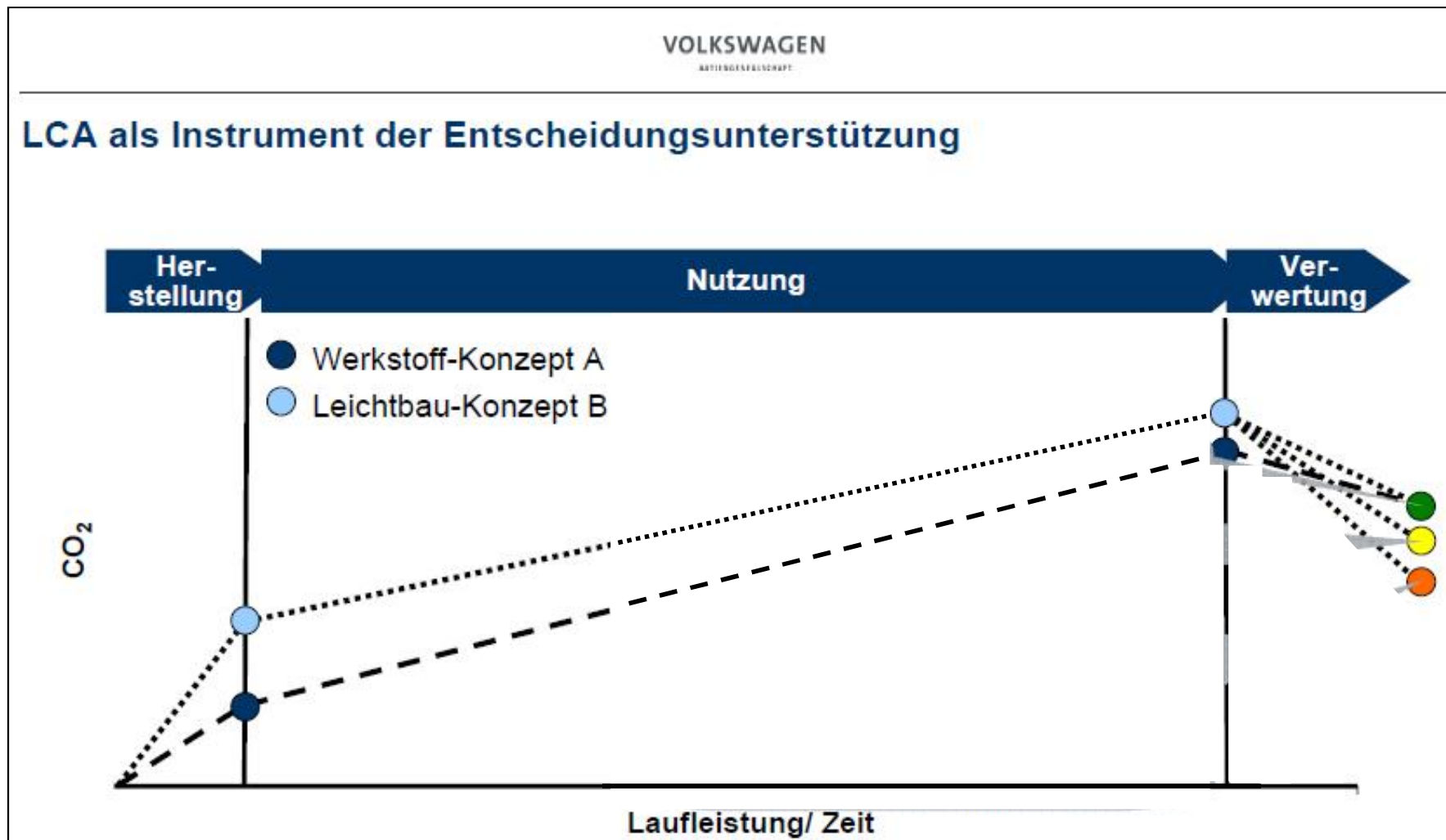
**Life cycle assessment (LCA)**

Many everyday products, such as cars, cans and washing machines, are made of steel. Once these products reach the end of their useful lives, the steel is recycled. Recycling reduces the consumption of raw materials and energy and is therefore good for the environment.

To understand the environmental performance of a product, its entire life cycle needs to be taken into consideration. A life cycle assessment (LCA) of a steel product looks at resources, energy and emissions, from the steel production stage to its end-of-life stage, including recycling. Steel can be recycled over and over again, indefinitely, without any loss of its inherent properties.

- Positionierung im politischen Umfeld, z.B. Pressemitteilung  
30.11.2011: „WorldAutoSteel calls on all regions to shift ... emissions regulations from tailpipe emissions to LCA.“
- Kundenrelevanz in wichtigen Absatzmärkten,  
wie z.B. Bau: EPDs, Automobilindustrie, Verpackungen

- Das Recycling von Werkstoffen hat einen Einfluss auf die Ökobilanz
- Es existiert noch keine generell akzeptierte wissenschaftliche Methode

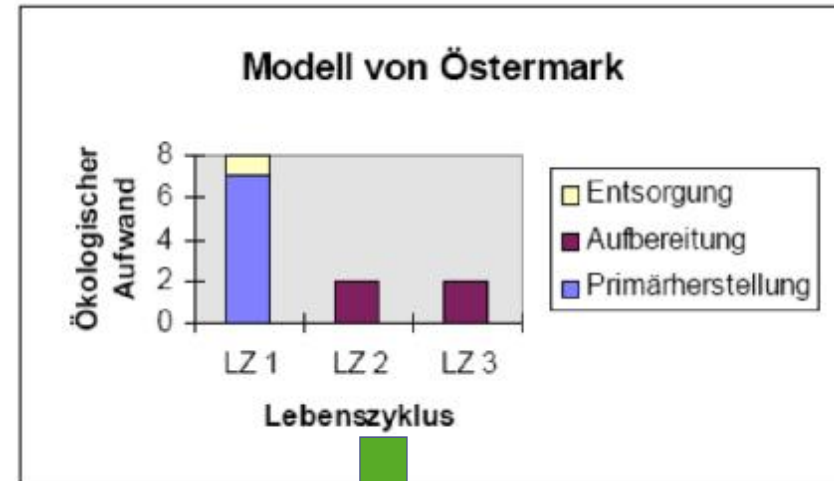


- Motivation
- **Multirecycling-Ansatz für Ökobilanzen**
- Absicherung der Methode
- Zusammenfassung und Ausblick

- Mit welcher Methode können die positiven Recycling-Eigenschaften von Stahl in Ökobilanzen adäquat abgebildet werden?
  - Materialbezug statt Produktbezug
  - Fokussierung auf
    - Herstellung und EoL
    - Materialpool statt einzelner Werkstoffe/Legierungen
  - Gemeinsame Betrachtung der Primär- und Sekundärroute



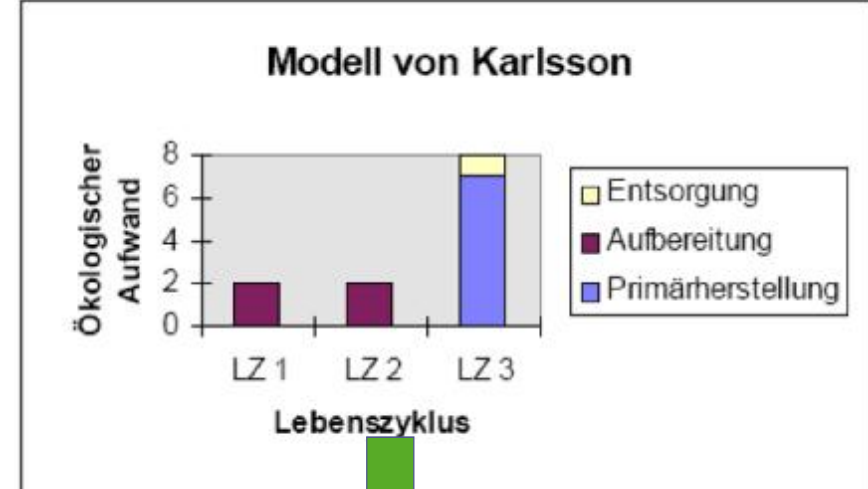
## Prinzip der ersten Verantwortung



Großer Anreiz  
Sekundärmaterialien  
zu verwenden

Kein Anreiz hohe  
Recyclingraten zu  
erreichen

## Prinzip der letzten Verantwortung

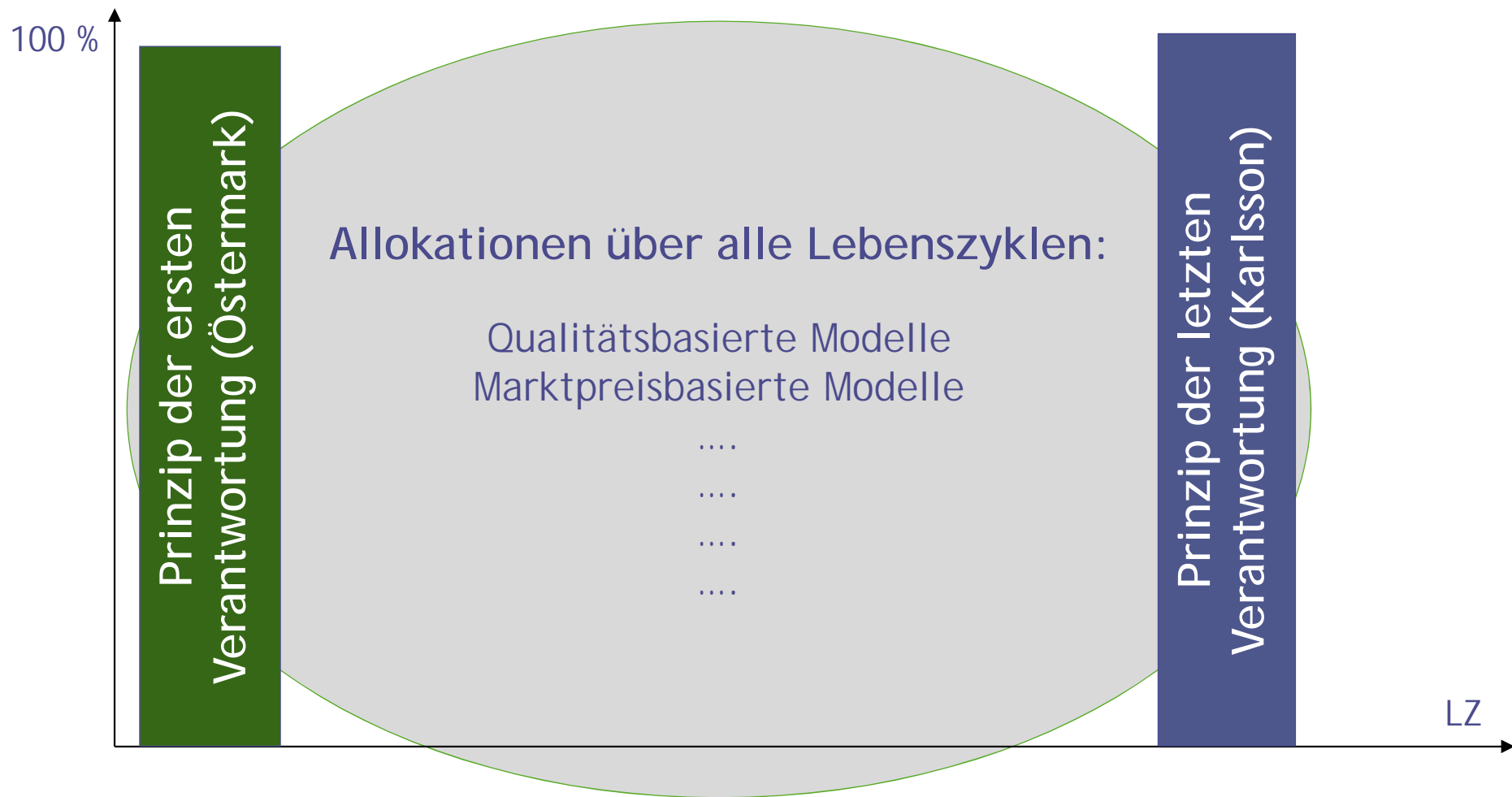


Kein Anreiz  
Sekundärmaterialien  
zu verwenden

Hoher Anreiz hohe  
Recyclingraten zu  
erreichen



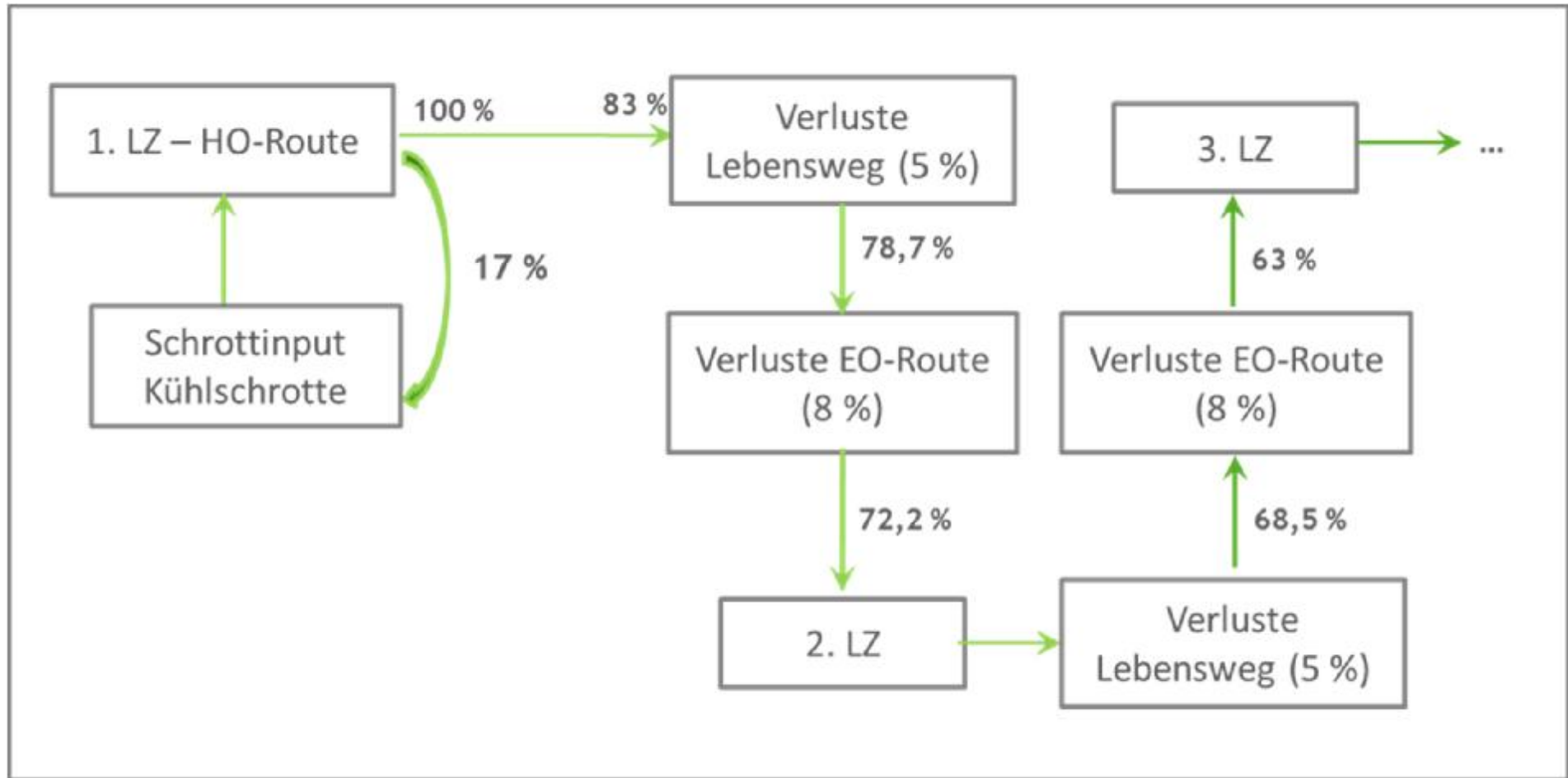
- Allokationsmethoden:



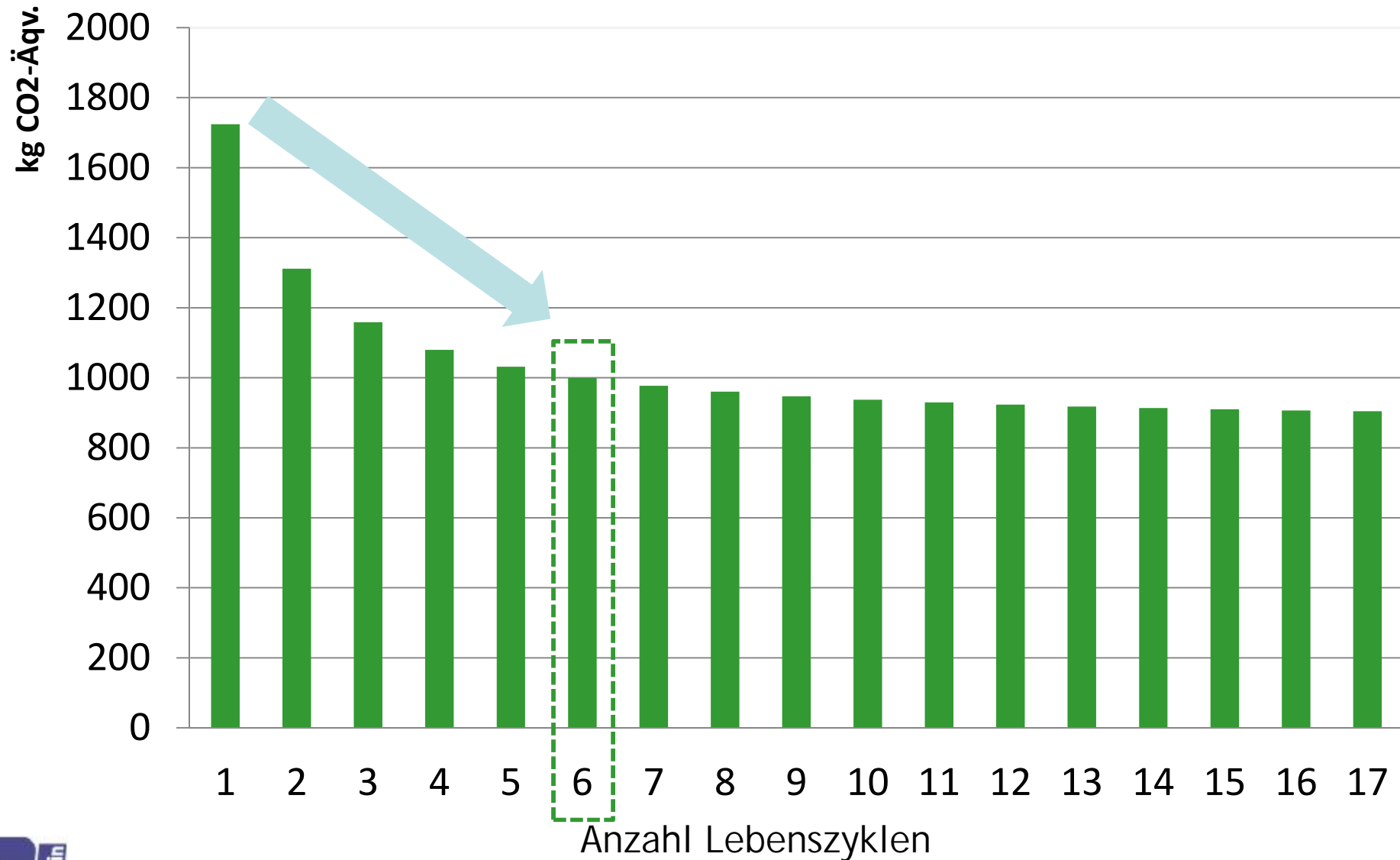
- Ausgangspunkt: eine Tonne Stahl / Material
- Hochofenroute + n-mal Elektroofenroute



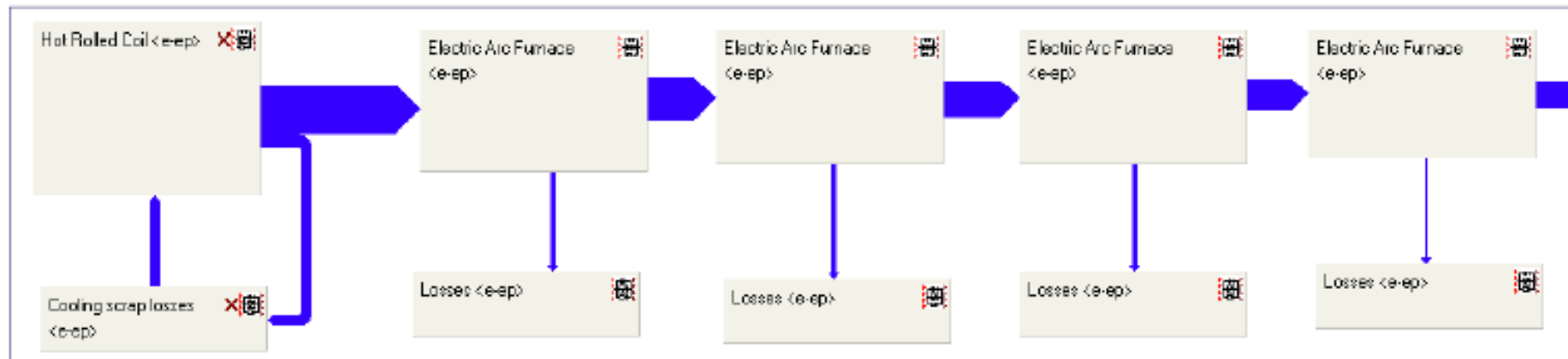
- Kernfrage: wie oft? → theoretisch unendlich
- Verlustfaktor: 13 % pro Zyklus → 17 Zyklen bis ca. 10 % verbleiben
- Zeitfaktor: im Durchschnitt 16a pro LZ → 6 Zyklen bei ca. 100a



## Treibhauspotential (GWP) über LZ für 1t Stahl



- Ermittlung auf Basis einer bestimmten Lebenszyklusanzahl
  - Materialpool-Ansatz ausgehend von einer fixen Menge Material
  - Berücksichtigung von Materialverlusten
  - Summierung und Verteilung der Umweltlasten anhand der Lebenszyklen



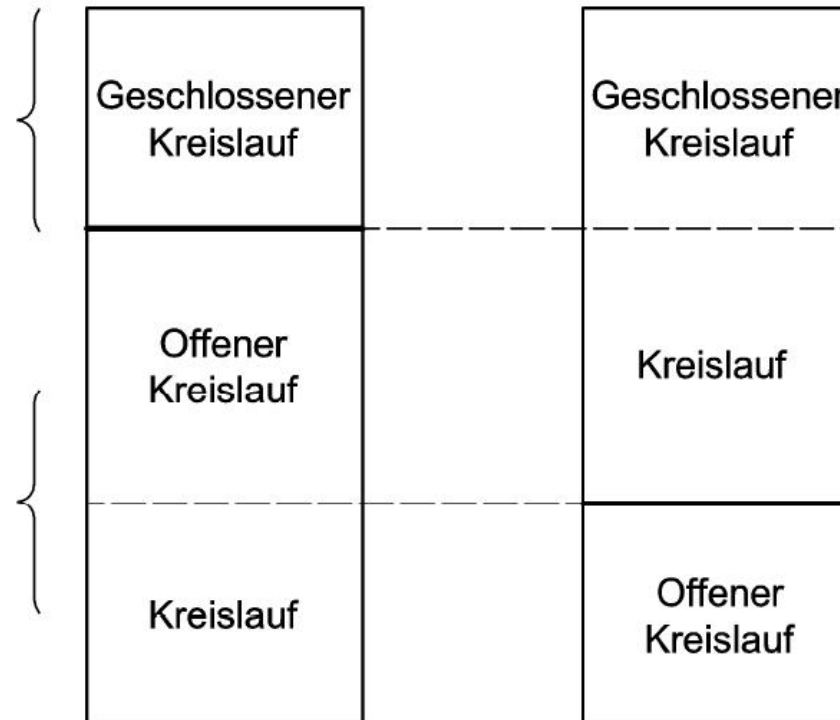
- Ansatz gilt aber nur....
  - bei Annahme des (quasi) closed-loop Prinzips
  - d.h. bei Erhaltung der inhärenten Eigenschaften (kein Qualitätsverlust)

## ISO-Norm zu Ökobilanzen EN ISO 14044:2006 (D/E)

### Technische Beschreibung eines Produktsystems

Material aus einem Produktsystem wird in demselben Produktsystem recycelt

Material aus einem Produktsystem wird in einem anderen Produktsystem recycelt



### Allokationsverfahren für Recycling

Material wird ohne Veränderungen der inhärenten Eigenschaften recycelt



Recyceltes Material erfährt eine Veränderung der inhärenten Eigenschaften

- Motivation
- Multirecycling-Ansatz für Ökobilanzen
- Absicherung der Methode
- Zusammenfassung und Ausblick

1. Methode zur Bestimmung der inhärenten Eigenschaften
  - Bestimmung von geeigneten Prüfkriterien
  - Erstellung eines geeigneten Bewertungsschemas
  - Nachweis des Erhalts der inhärenten Eigenschaften für Stahl
  
2. Kritische Prüfung der Normkonformität des Ansatzes nach ISO 14040/44 durch unabhängige Dritte
  - Prof. Klöpffer, Editor in Chief International Journal of LCA
  - Dr. Buchert, Öko-Institut
  - Prof. Rosenbaum, Technical University of Denmark (DTU)

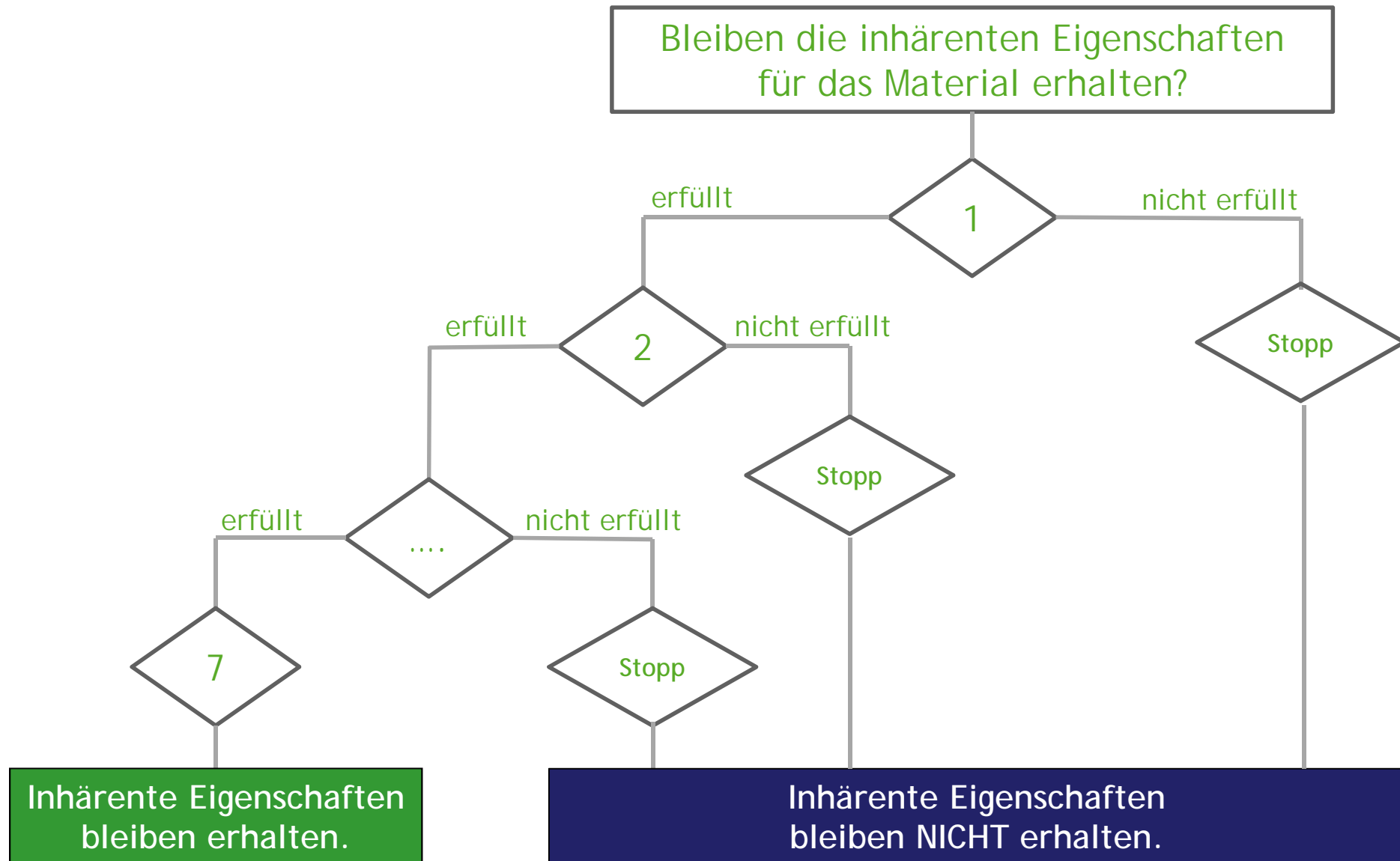




- „Insgesamt kann festgestellt werden, dass diese Studie nach den internationalen Normen ISO 14040 und 14044 (2006) durchgeführt wurde.“
- „Es ist positiv hervorzuheben, dass der Auftraggeber ...die beste, aber auch aufwendigste kritische Prüfung in Auftrag gab.“
- „Die Methoden und Annahmen bezüglich der Modellierung des MRA, ...stehen im Einklang mit den ISO-Normen.“
- „...die Wahl von 6 Recyclingzyklen ...findet die volle Zustimmung der Gutachter.“
- „Aus Sicht des Gutachterpanels ist positiv hervorzuheben, dass die Verfasser sehr sorgfältig und umfassend auf die Vorschläge und Kritikpunkte eingegangen sind.“



- Allgemeine Prüfpunkte
  - 1. Eignet sich der Sekundärrohstoff zur Zuführung zu einem Recyclingprozess?
  - 2. Wird der Sekundärrohstoff in einem geschlossenen Kreislauf (closed-loop) einem Recycling zugeführt?
  - 3. Wird ein Sekundärrohstoff betrachtet, der in einem zentralen Materialpool gesammelt wird?
  
- Prüfpunkt Rohstoff
  - 4. Eignet sich der Sekundärrohstoff zur Rohmaterialherstellung?
    - a. Erfüllt der Sekundärrohstoff die erforderlichen Richtlinien/Normen?
    - b. Wird der Sekundärrohstoff in der Praxis zur Rohmaterialherstellung eingesetzt?
  
- Prüfpunkt Material
  - 5. Eignet sich das Sekundärmaterial zur Herstellung des (Roh-)Werkstoffs?
    - a. Erfüllt das Sekundärmaterial die erforderlichen Materialnormen?
    - b. Ersetzt das Sekundärmaterial das gesamte Primärmaterialspektrum?
  
- Prüfpunkt Werkstoff
  - 6. Erfüllt der Sekundärwerkstoff die entsprechende Werkstoffnorm?
  - 7. Bestehen Einschränkungen in der Einsatzfähigkeit des Sekundärwerkstoffs?



- Die entwickelte Methode zur Bewertung der inhärenten Eigenschaften ist generell für alle Materialien einsetzbar.
- Die Erhaltung der inhärenten Eigenschaften wurde für Stahl nachgewiesen
  - Multirecycling-Ansatz ist verwendbar.
- Dieser Nachweis ist auch für andere Materialien (wie z.B. Kupfer) möglich, sofern sie ohne Qualitätsverlust in einem Materialpool recycelt werden.
- Für einige andere Materialien wird die Prüfung ergeben, dass die inhärenten Eigenschaften beim Recycling nicht erhalten bleiben
  - Multirecycling-Ansatz ist dann nicht anwendbar.

- Motivation
- Multi-Recycling-Ansatz für Ökobilanzen
- Absicherung der Methode
- Zusammenfassung und Ausblick

- Die erarbeitete Methode bildet die Recyclingeigenschaften von Stahl wissenschaftlich/technisch adäquat ab.
  - Fokus auf den gesamten Materialpool
  - Grenzen bei produktspezifischen Betrachtungen
- Die Methode bildet die primäre und sekundäre Route gemeinsam und gleichberechtigt ab und vermeidet somit ein „Auseinanderdividieren“ der beiden Routen.
- Der Ansatz wurde durch eine Methode zum Nachweis der inhärenten Eigenschaften und durch eine Prüfung der Normkonformität durch ein hochrangiges Panel abgesichert.

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Fragen?**

Matthias Finkbeiner



Technische Universität Berlin  
Institut für Technischen Umweltschutz  
Fachgebiet Sustainable Engineering



## GWP 100 years [kg CO<sub>2</sub>-Äqv.]

