

# Beitrag zur Ökobilanz-Werkstatt 2007

Bitte schicken Sie das ausgefüllte Formular bis spätestens **16. Juli 2007** an  
[lca-werkstatt@netzwerk-lebenszyklusdaten.de](mailto:lca-werkstatt@netzwerk-lebenszyklusdaten.de) !

**Name:** Stadtherr  
**Vorname:** Achim  
**Organisation:** Forschungszentrum Karlsruhe  
**Organisationseinheit:** ITC-ZTS  
**Kontaktdaten:**

Strasse: Herrmann-von-Helmholtz-Platz 1  
PLZ: 76344  
Ort: Eggenstein-Leopoldshafen  
Telefon: 07247 / 82-6721  
Email: achim.stadtherr@itc-zts.fzk.de

**Titel:**

## Relevanzgetriebene Modellierung von Prozessketten

**Abstract:** (max. 1000 Zeichen)

Im Life Cycle Assessment werden die Umweltwirkungen eines Produktes oder Produktsystems von der "Wiege bis zur Bahre" untersucht. Um glaubwürdige Aussagen zu erzeugen, müssen alle relevanten Bereiche/Teile des Systems untersucht werden (DIN/ISO 14040). Das Hilfsmittel zur Bestimmung der Umweltwirkungen ist dabei die Prozesskettenanalyse. Die Festlegung der Systemgrenzen und der Detaillierungstiefe von unterschiedlichen Teilbereichen der zugrunde liegenden Prozesskette erfolgt bisher durch Expertenwissen und eine eher unsystematische, iterative (Re-) Modellierung des Systems.

Im Beitrag wird eine systematische Vorgehensweise zur Festlegung von Systemgrenzen und Detaillierungstiefe für eine effizientere und zielgenauere Modellierung vorgeschlagen. Beim schrittweisen Aufbau der Prozesskette wird dabei von Anfang an der Beitrag (die Relevanz) der verschiedenen Teilbereiche (in Form von Vorketten) zum Gesamtergebnis für die ausgewählten Wirkungsindikatoren berücksichtigt. Möglich wird dies durch die steigende Verfügbarkeit von Daten und Datenquellen für den LCA-Bereich.

Die Vorstellung der Vorgehensweise erfolgt anhand einer Beispielprozesskette aus dem Energiebereich.

### Stichwörter zum Anwendungsfeld:

(hier müssen Sie genau **drei** Stichwörter angeben, wobei mindestens **eins** aus der vorgegebenen Liste ausgewählt werden muss; bis zu zwei Stichwörter können frei formuliert werden.)

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Gebäude und Bauprodukte         | <input type="checkbox"/> Materialentwicklung  |
| <input type="checkbox"/> Biomassenutzung                 | <input checked="" type="checkbox"/> Energieträger, Energiewandlung und . distribution |
| <input type="checkbox"/> Konsumgüter                     | <input type="checkbox"/> Infrastrukturen und Investitionsgüter                        |
| <input type="checkbox"/> Transport und Verkehr           | <input type="checkbox"/> chemische Grundstoffe und Erzeugnisse                        |
| <input type="checkbox"/> Abfallwirtschaft und Entsorgung | <input type="checkbox"/> metallische Roh- und Werkstoffe, Halbzeuge                   |

(eigene Stichworte):

- 

### Stichwörter zur Methodik:

(auch hier müssen sie genau **drei** Stichwörter angeben, wobei mindestens **eins** aus der vorgegebenen Liste ausgewählt werden muss; bis zu zwei Stichwörter können frei formuliert werden)

- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Sachbilanz (LCI)        | <input type="checkbox"/> Lebenszyklusbetrachtungen im betrieblichen Umfeld      |
| <input type="checkbox"/> Wirkungsabschätzung (LCIA)         | <input type="checkbox"/> Ökobilanzen für Produktgestaltung und -auszeichnung    |
| <input type="checkbox"/> Allokation / Systemraumerweiterung | <input type="checkbox"/> Lebenszykluskosten und Ökoeffizienz                    |
| <input type="checkbox"/> Datenqualität                      | <input checked="" type="checkbox"/> Datenintegration und Umgang mit Datenlücken |
| <input type="checkbox"/> Datenhaltung und Datenverarbeitung | <input type="checkbox"/> Szenarien  |

(eigene Stichworte):

- Modellierung

Bad Urach, 27. September 2007

## Relevanzgetriebene Modellierung von Prozessketten am Beispiel Energiemix, Deutschland

**Achim Stadtherr**

Forschungszentrum Karlsruhe

Zentralabteilung Technikbedingte Stoffströme am Institut für Technische Chemie (ITC-ZTS)

Vortrag auf der Ökobilanzwerkstatt 2007  
des Netzwerks Lebenszyklusdaten

## Modelliere die Prozesse, die wichtig\* sind, genau!

## Für den Rest kannst Du geeignete Datensätze\*\* verwenden!

- \* Prozesse mit großen Beiträgen zu den relevanten Wirkungskategorien/  
WA-Methoden
- \*\* Datensätze, die die Vorkette (Cradle-to-gate) des an der jeweiligen Stelle  
in der Prozesskette benötigten Vorproduktes repräsentieren

# Wie finde ich die „wichtigen“ Prozesse heraus?

## Wende die relevanzgetriebene Modellierung an!

### Vorgehensweise Schritt für Schritt

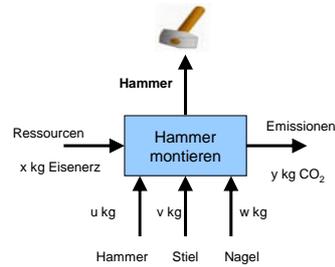
1. Beginn der Modellierung mit demjenigen Prozess, der das zu bilanzierende Produkt hervorbringt („Initialprozess“)



## Vorgehensweise Schritt für Schritt



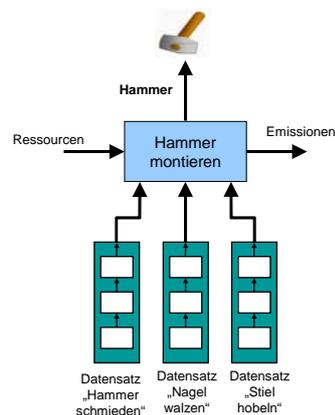
1. Beginn der Modellierung mit demjenigen Prozess, der das zu bilanzierende Produkt hervorbringt („Initialprozess“)
2. Bilanzierung des Prozesses, u.a. Bestimmung der benötigten Vorprodukte



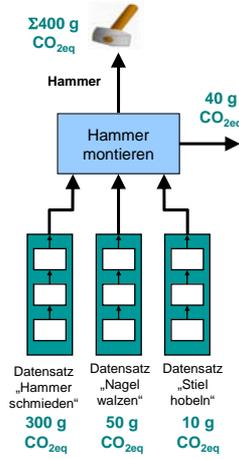
## Vorgehensweise Schritt für Schritt



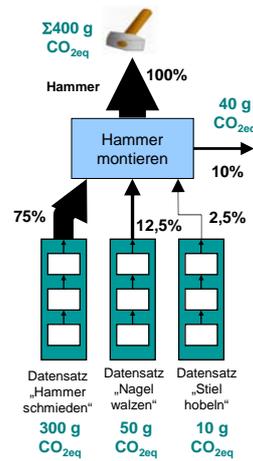
1. Beginn der Modellierung mit demjenigen Prozess, der das zu bilanzierende Produkt hervorbringt („Initialprozess“)
2. Bilanzierung des Prozesses, u.a. Bestimmung der benötigten Vorprodukte
3. Auswahl von Datensätzen, die geeignet sind, die Vorketten für die bilanzierten Vorprodukte abzubilden



4. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „erster Ordnung“



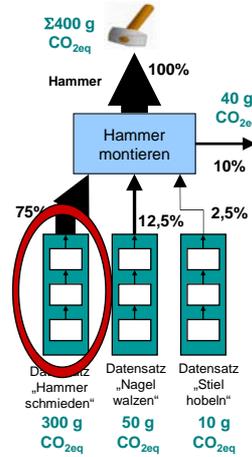
4. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „erster Ordnung“  
5. Bestimmung Relevanz der Beiträge



Vorgehensweise Schritt für Schritt



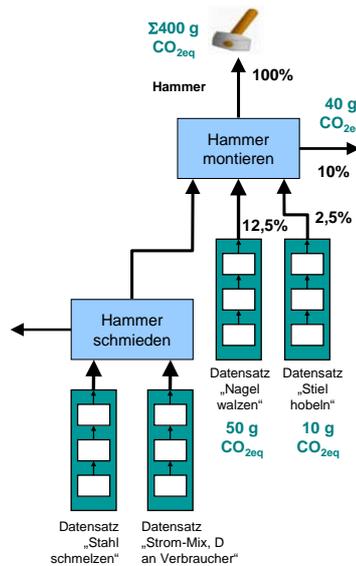
4. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „erster Ordnung“
5. Bestimmung Relevanz der Beiträge
6. Auswahl der relevantesten Vorkette



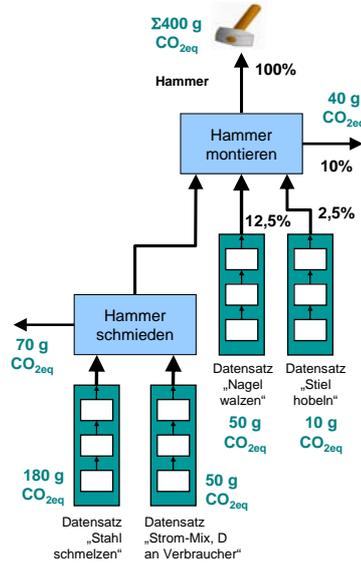
Vorgehensweise Schritt für Schritt



4. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „erster Ordnung“
5. Bestimmung Relevanz der Beiträge
6. Auswahl der relevantesten Vorkette
7. Modellierung und Bilanzierung des Prozesses zur ausgewählten Vorkette
8. Auswahl von Datensätzen, für die Vorketten

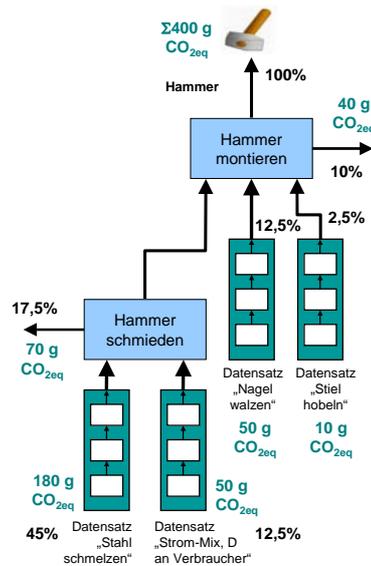


9. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „zweiter Ordnung“



9. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „zweiter Ordnung“

10. Bestimmung Relevanz der Beiträge

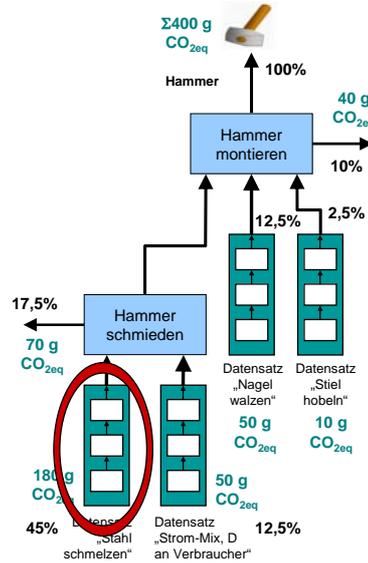


Vorgehensweise Schritt für Schritt



9. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „zweiter Ordnung“
10. Bestimmung Relevanz der Beiträge
11. Auswahl der relevantesten Vorkette

Wiederholung der Schritte 7 bis 11 bis gewünschte / erforderliche Genauigkeit erreicht!

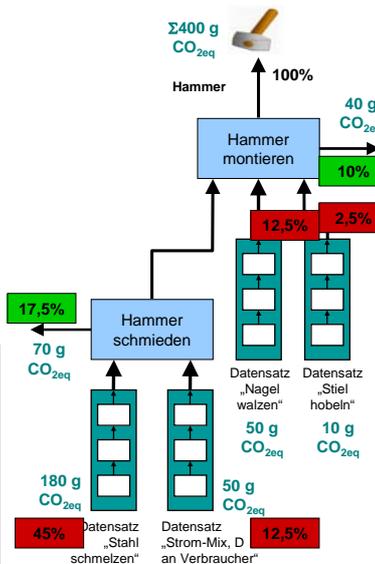


Vorgehensweise Schritt für Schritt



9. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „zweiter Ordnung“
10. Bestimmung Relevanz der Beiträge
11. Auswahl der relevantesten Vorkette

Wiederholung der Schritte 7 bis 11 bis gewünschte / erforderliche Genauigkeit erreicht!



## Merkmale der Methode



- Systematische Vorgehensweise zur Modellierung von Prozessketten
- Erfassung aller relevanten Prozesse in einer Prozesskette
- Erfassung der Relevanz von Beginn der Erstellung der Prozesskette an
- Aufhebung der Trennung zwischen Sachbilanz und Wirkungsabschätzung

## Vorteile der Methode



### Effiziente Erstellung der Prozesskette:

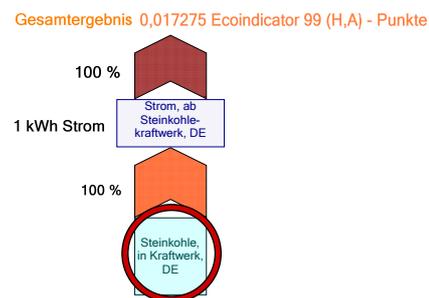
- Detaillierungsgrad der Vorkette in Abhängigkeit von der Relevanz
- keine Iteration der Modellierung über die gesamte Prozesskette
- Modellierung nur so weit bis erforderliche Genauigkeit erreicht ist

## Beispiel Strommix, D

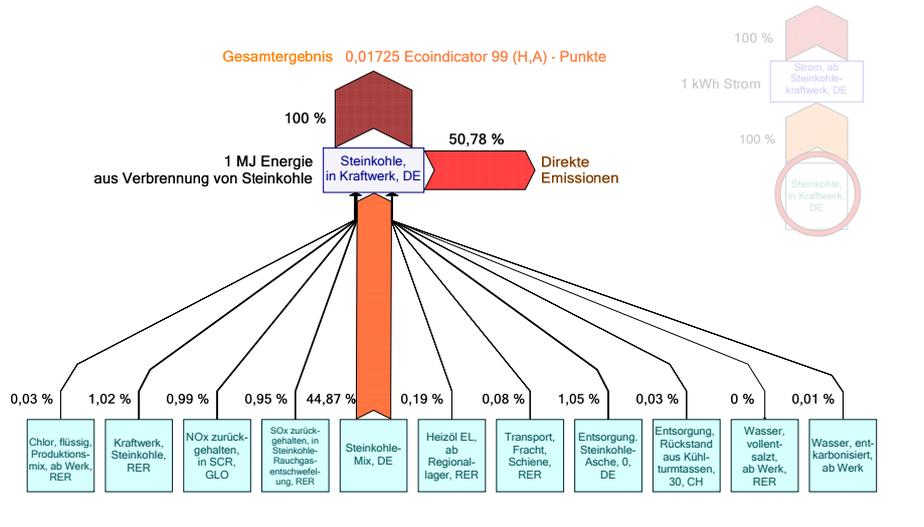
- Entwicklung einer Prozesskette gemäß der Methode
- Verwendung des Datensatzes ‚Strom, ab Steinkohle-kraftwerk, DE‘ aus Ecoinvent
- Ecoinvent ist gebildet aus Einzel-Prozessen (Unit-Prozesse), die miteinander vernetzt sind
- Durch Anwendung der linearen Algebra (Erstellung von Matrizen + Invertierung) ist Erstellung der Sachbilanz über die Prozesskette für jeden der Einzel-Prozesse möglich
  - alle Prozesse liegen als Unit-Prozesse mit direkten Emissionen vor
  - für jeden Prozess liegt die Sachbilanz des Gesamtsystems vor, zusätzlich auch bewertet
- Für Fallbeispiel Bewertung der direkten Emissionen der Unit-Prozesse vorgenommen
- Verwendung Ecoindicator 99 (H,A) zur Bewertung

## Beispiel Strommix, D

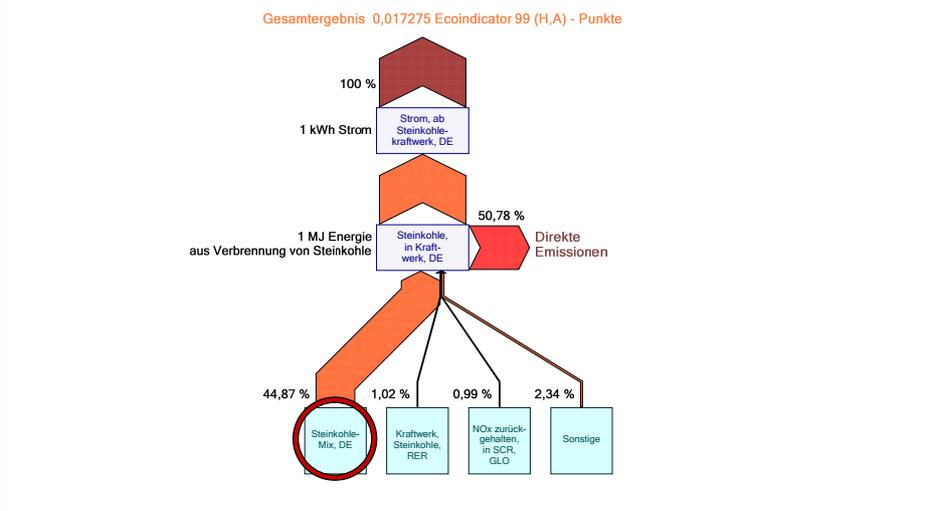
1. Beginn der Modellierung mit demjenigen Prozess, der das zu bilanzierende Produkt hervorbringt („Initialprozess“)
2. Bilanzierung des Prozesses, u.a. Bestimmung der benötigten Vorprodukte
3. Auswahl von Datensätzen, die geeignet sind, die Vorketten für die bilanzierten Vorprodukte abzubilden
4. Erstellung Gesamtbilanz der Prozesskette „erster Ordnung“
5. Bestimmung Relevanz der Beiträge
6. Auswahl der relevantesten Vorkette



## Beispiel Strommix, D



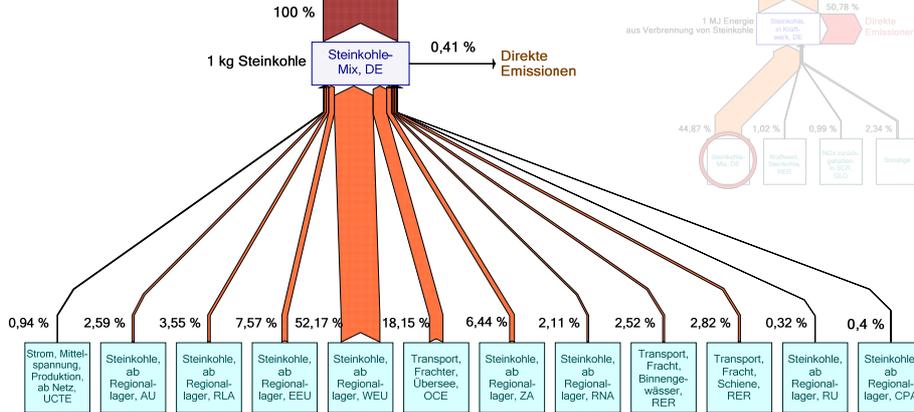
## Beispiel Strommix, D



## Beispiel Strommix, D

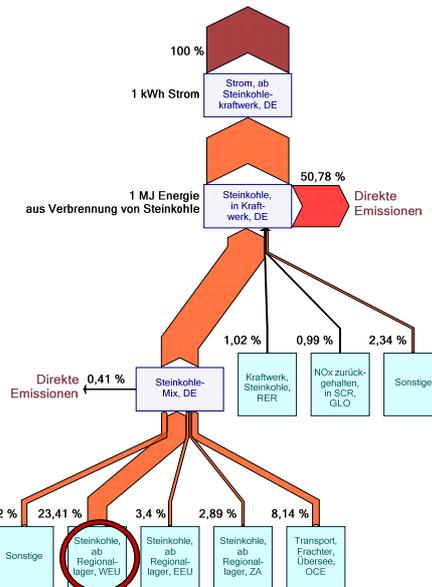


Gesamtergebnis 0,01859 Ecoindicator 99 (H,A) - Punkte



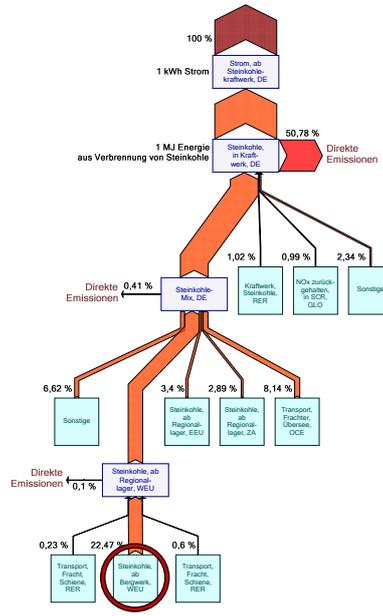
## Beispiel Strommix, D

Gesamtergebnis 0,017275 Ecoindicator 99 (H,A) - Punkte



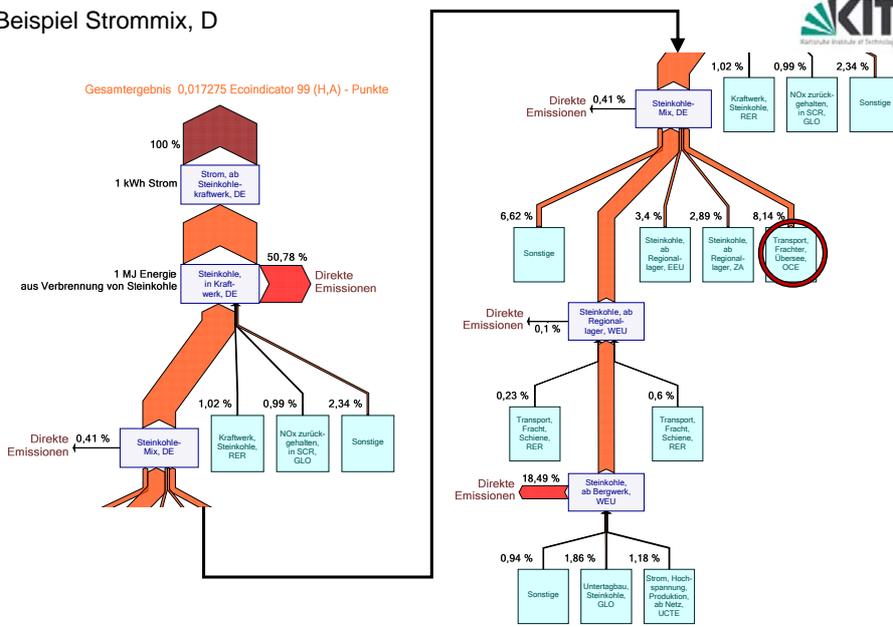
# Beispiel Strommix, D

Gesamtergebnis 0,012725 Ecoindicator 99 (H,A) - Punkte



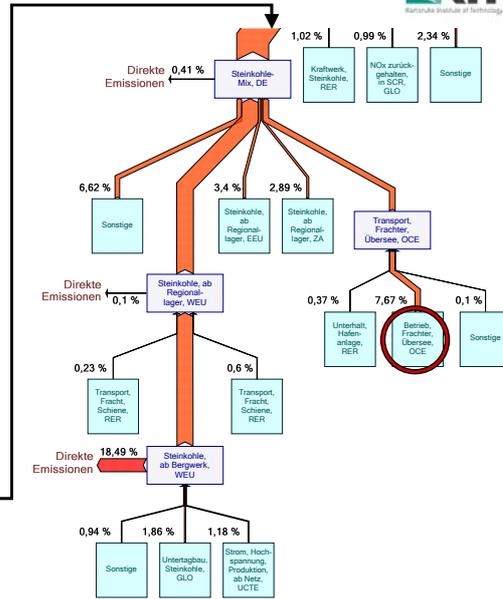
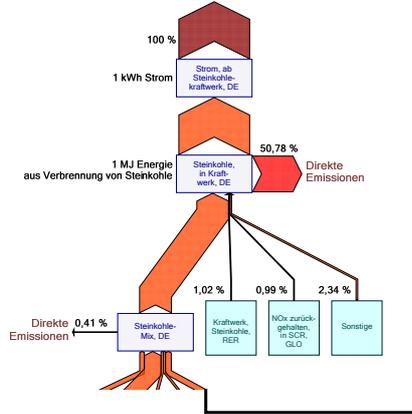
# Beispiel Strommix, D

Gesamtergebnis 0,012725 Ecoindicator 99 (H,A) - Punkte



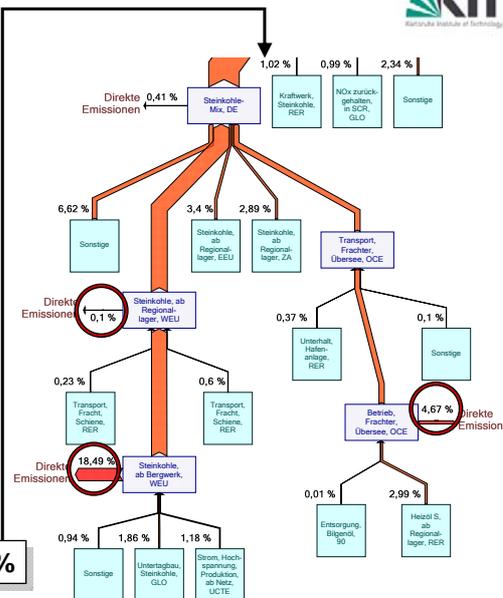
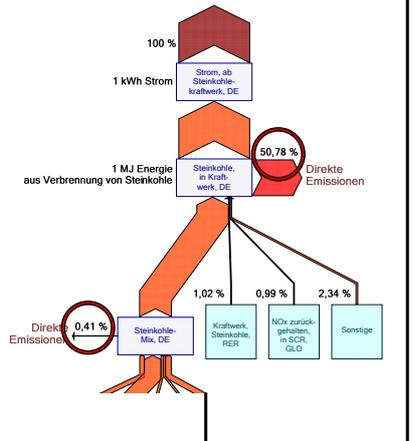
## Beispiel Strommix, D

Gesamtergebnis 0,017275 Ecoindicator 99 (H,A) - Punkte



## Beispiel Strommix, D

Gesamtergebnis 0,017275 Ecoindicator 99 (H,A) - Punkte



- Wann sind Datensätze geeignet?
  - Ein Ansatz: Semantik?
- Wie sind die Zusammenhänge bzgl. der Genauigkeit (Abbruchkriterium)?
  - Angestrebt: Mindestrelevanz der „genauen“ Prozesse (mind. 80%)
  - aber geringerer Einzelfehler bei Festlegung Höchstrelevanz pro einzelner „unsicherer“ Vorkette (max. 1%)
  - kombiniertes Abbruchkriterium:  
Die Gesamtrelevanz der „genauen“ Prozesse muss mindestens 80% betragen und keine der „ungenauen“ Vorketten darf eine Relevanz von größer als 1% aufweisen
- Vorgehen bei mehreren Wirkungsindikatoren / Wirkungsabschätzungsmethoden?
  - Erfüllung kombiniertes Abbruchkriterium für jeden Indikator / jede Methode

- Ist die Methode praxistauglich?
  - nur möglich wegen Ecoinvent?
- Was fehlt zur Praxistauglichkeit?
  - mehr Daten, bessere IT-Unterstützung?