

# Umweltbezogene Entscheidungsunterstützung - Vergleich von Wirkungsabschätzungsmethoden aus der Ökobilanzierung am Beispiel eines Energieumwandlungsprozesses

J. Buchgeister

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

**NTA4 – Vierte Konferenz des Netzwerkes TA**  
**Der Systemblick auf Innovation**  
**– Technikfolgenabschätzung in der Technikgestaltung**

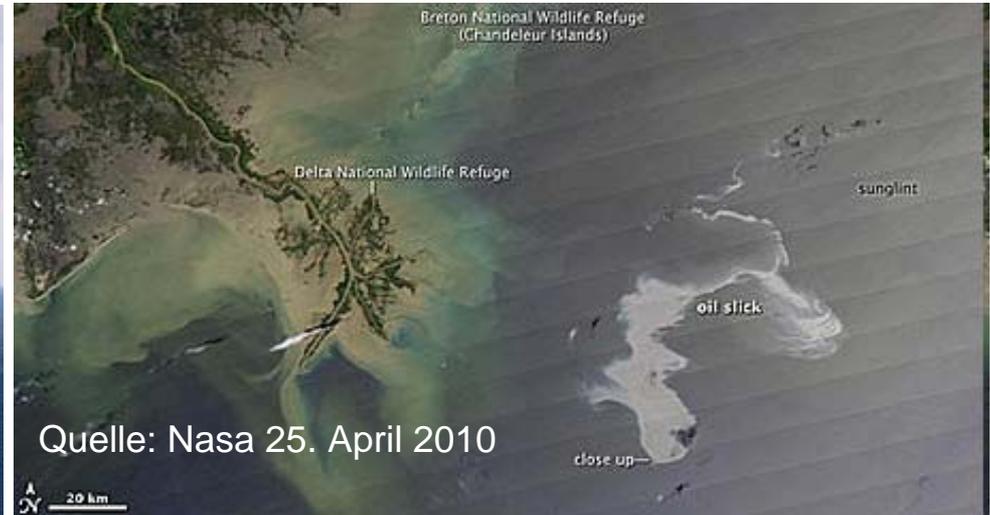
**Berlin, 24. – 26. November 2010**

# Gliederung

- Einführung umweltbezogene Entscheidungsunterstützung
- Quantitative Abschätzung der Umweltauswirkungen im Rahmen der Ökobilanzierung
  - Generelles Vorgehen
  - Spezifische Methoden der Wirkungsabschätzung
  - Strukturelle Auswertung
- Fallbeispiel Energieumwandlungsprozess
- Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

# Umweltbezogene Entscheidungsunterstützung

Kerndilemma menschlicher Produktion: sie regelt sich nicht selbst, wie natürliche Prozesse, sondern wird primär auf das Ergebnis (ein Produkt) und nicht den Umwelterhalt hingesteuert.



In der Regel Neben- und Nachprodukte zur Folge, (Emissionen), die keinen Wert haben und die natürliche Umwelt belasten bzw. langfristig irreversibel Schäden herbeiführen.

# Umweltbezogene Entscheidungsunterstützung



Beispiel:  
Integrierte Klima- und Energiepolitik der  
Bundesrepublik (2006) zur Reduzierung  
der Treibhausgasemissionen.

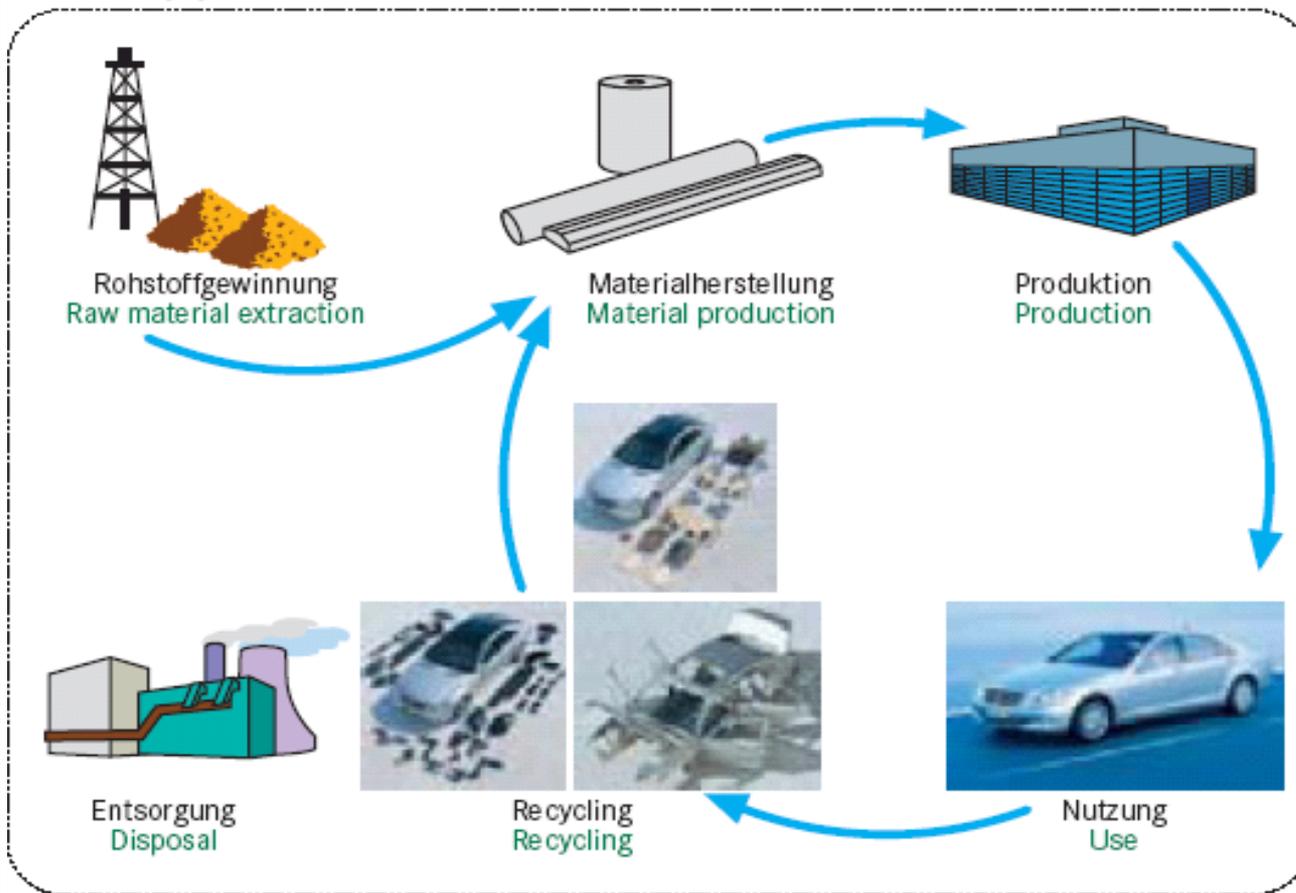


**Deutsche Gesellschaft für  
Nachhaltiges Bauen (DGNB):**  
Zertifizierung zum Erhalt des Gütesiegels  
sieht zur Einhaltung der Ökologischen  
Qualität für die Konstruktion und Nutzung  
des Gebäudes 5 Indikatoren aus der  
**Ökobilanzierung** vor.



# Die Ökobilanz

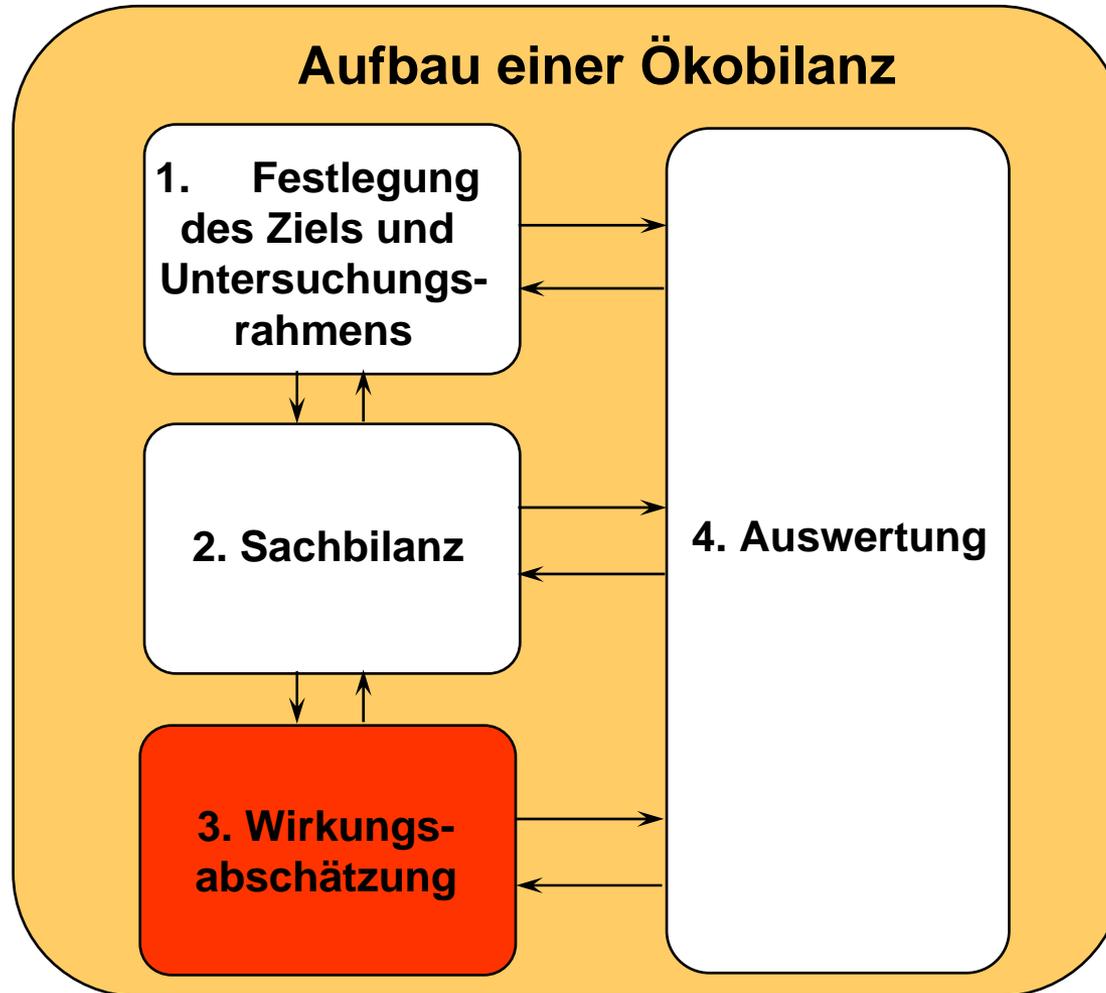
Von der Wiege ... über Produktion ... Nutzung ... Recycling ... zur Entsorgung



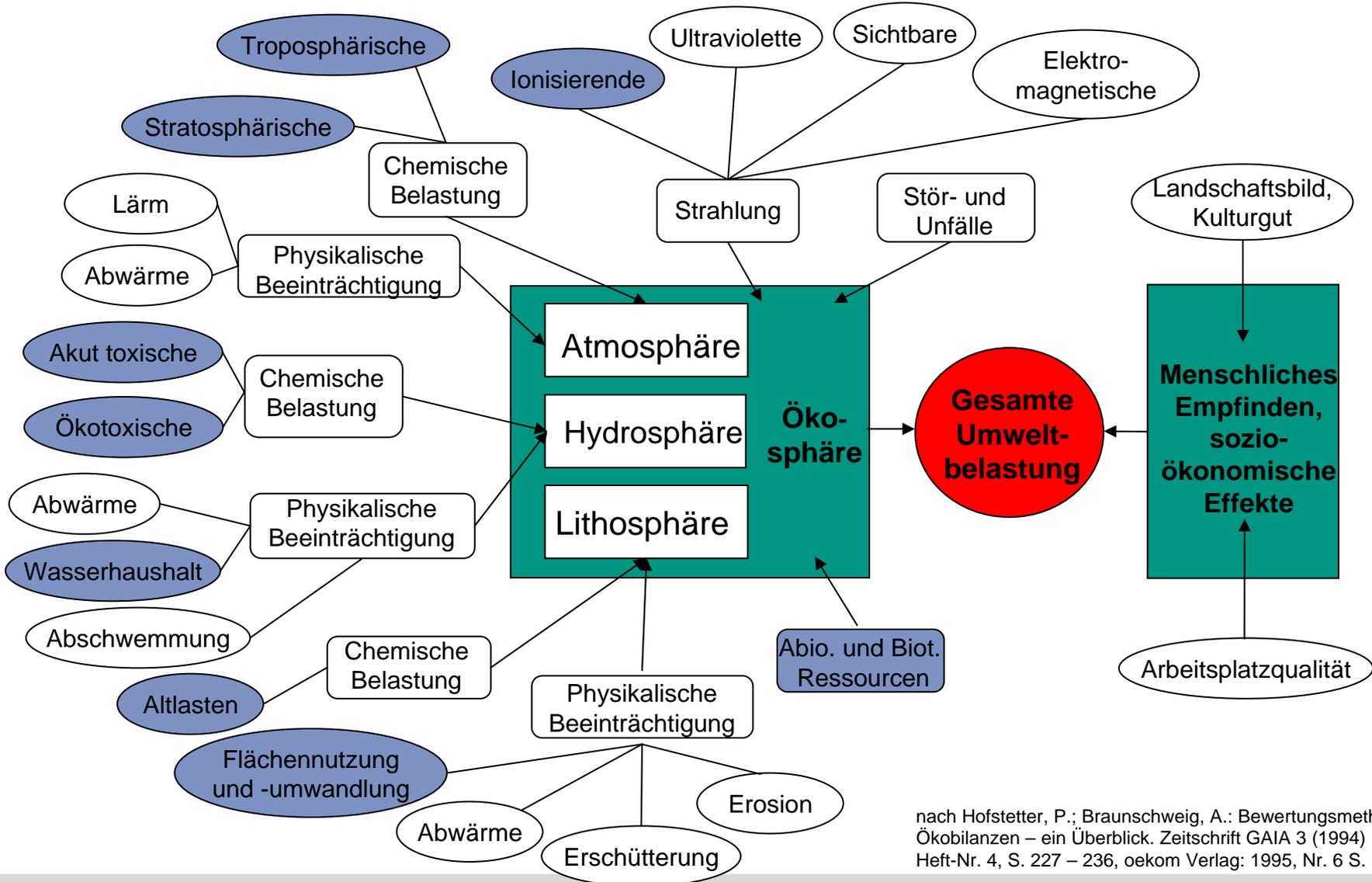
Bewertung der Umweltauswirkungen über den gesamten Produktlebensweg

[Quelle: Daimler Chrysler]

# Die Ökobilanz – DIN EN ISO 14040 und 14044

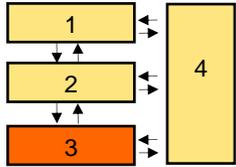


# Umweltaspekte und Wirkungsbeziehungen

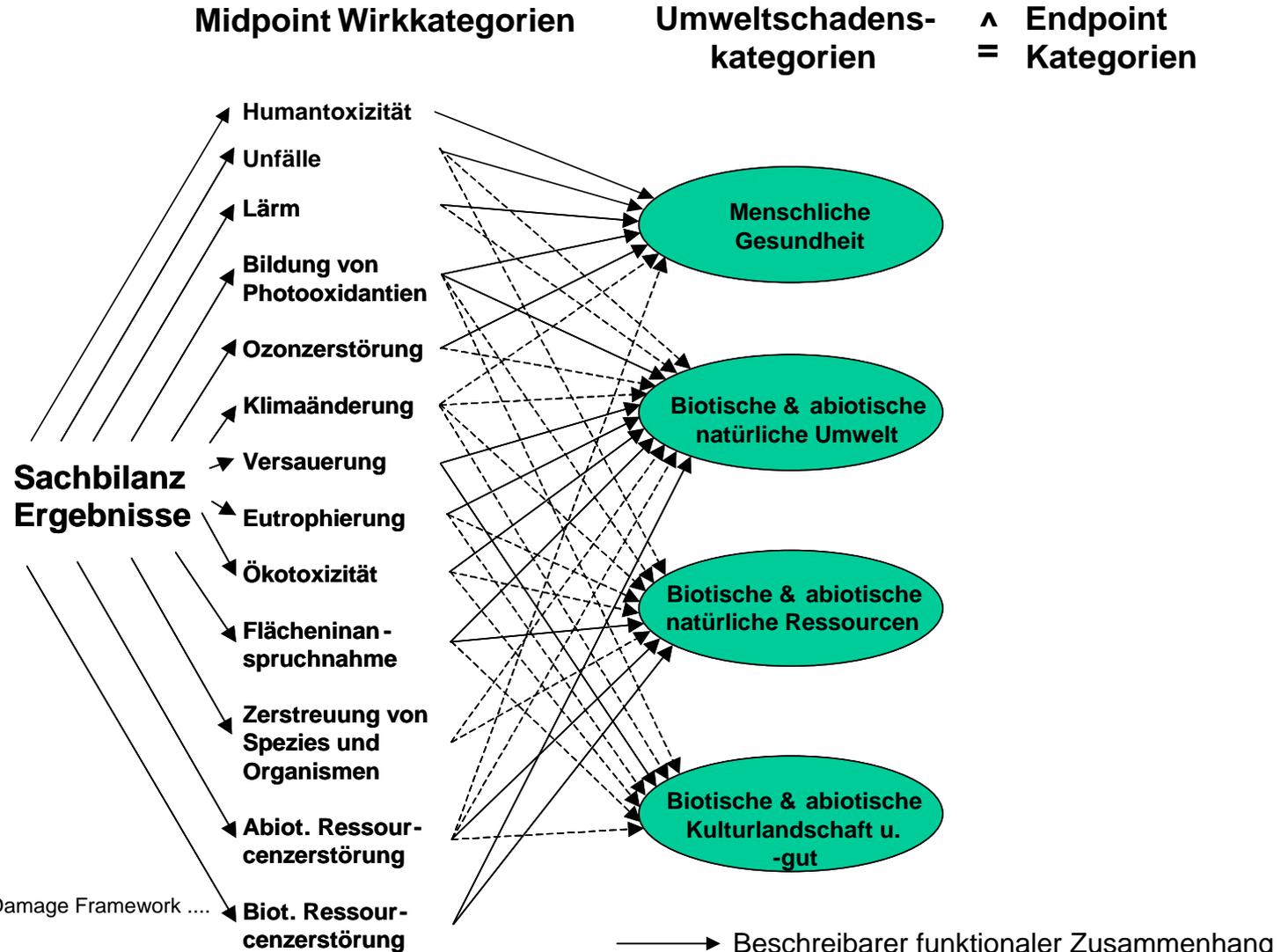


nach Hofstetter, P.; Braunschweig, A.: Bewertungsmethoden in Ökobilanzen – ein Überblick. Zeitschrift GAIA 3 (1994) Heft-Nr. 4, S. 227 – 236, oekom Verlag: 1995, Nr. 6 S. 395

# Allgemeines Konzept der Wirkungskategorien

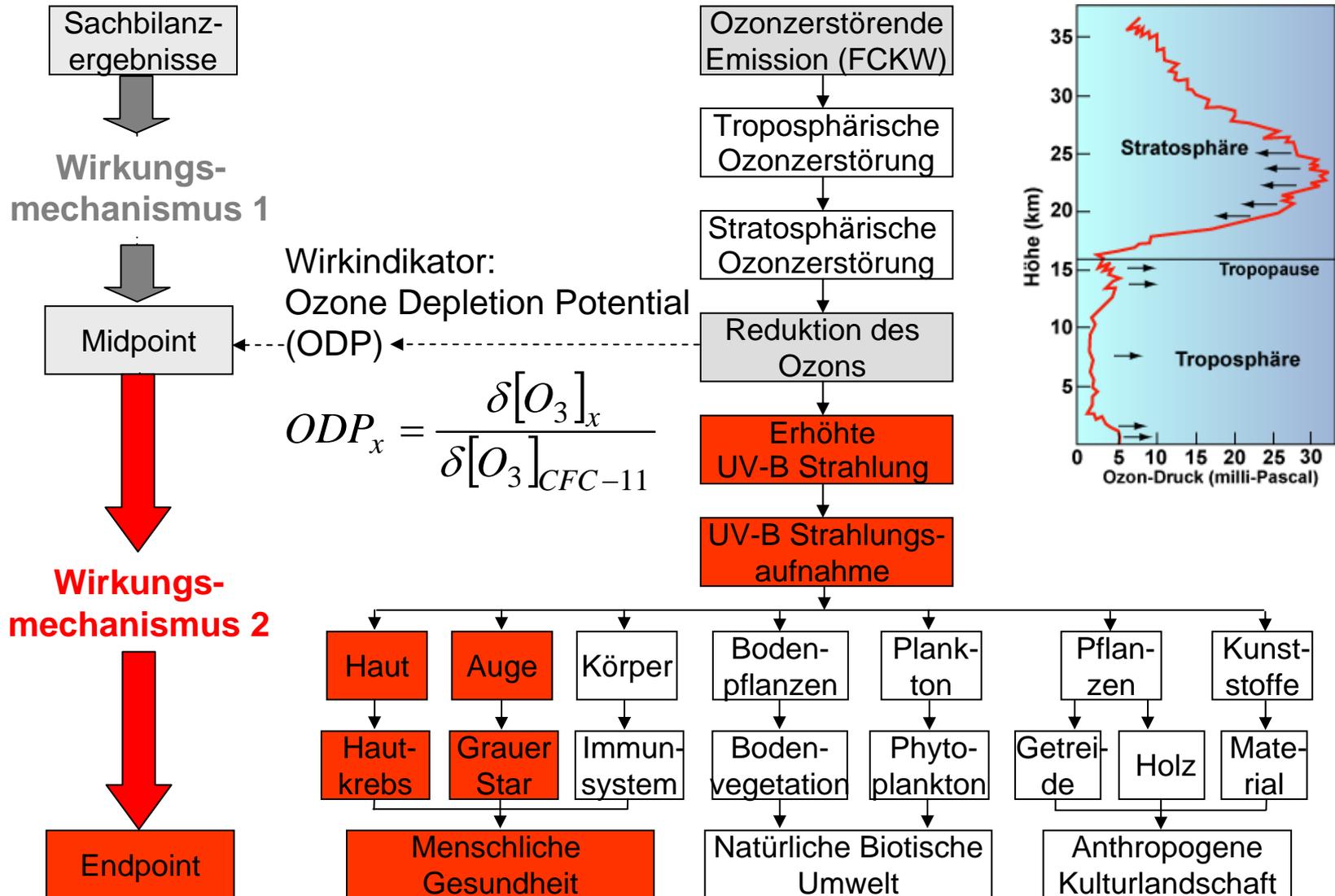


Darstellung der Wirkungspfade über Midpoint zum Endpoint

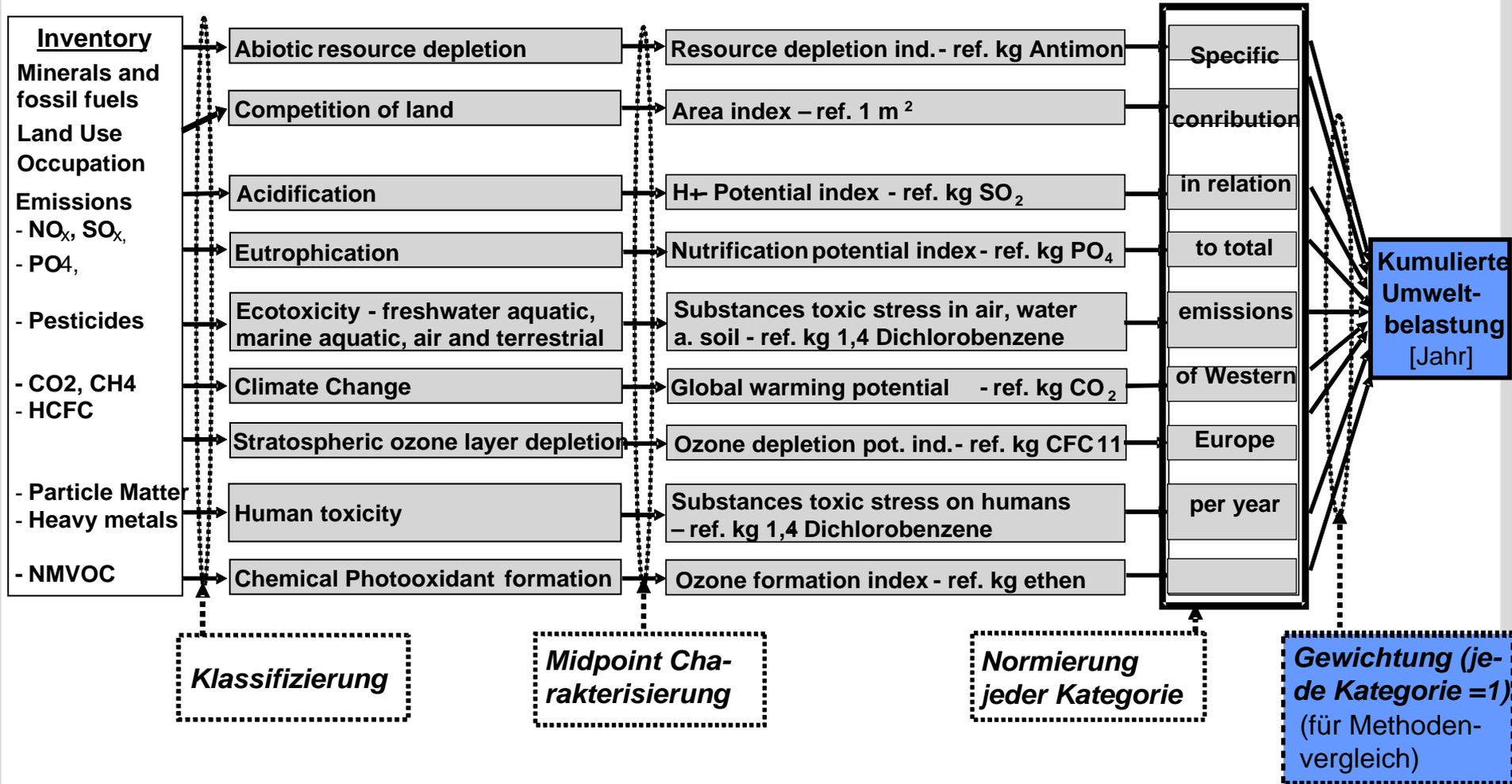


nach Jolliet et al.: The LCIA Midpoint-Damage Framework ....  
Int. Journal of LCA 2004, Nr. 6 S. 395

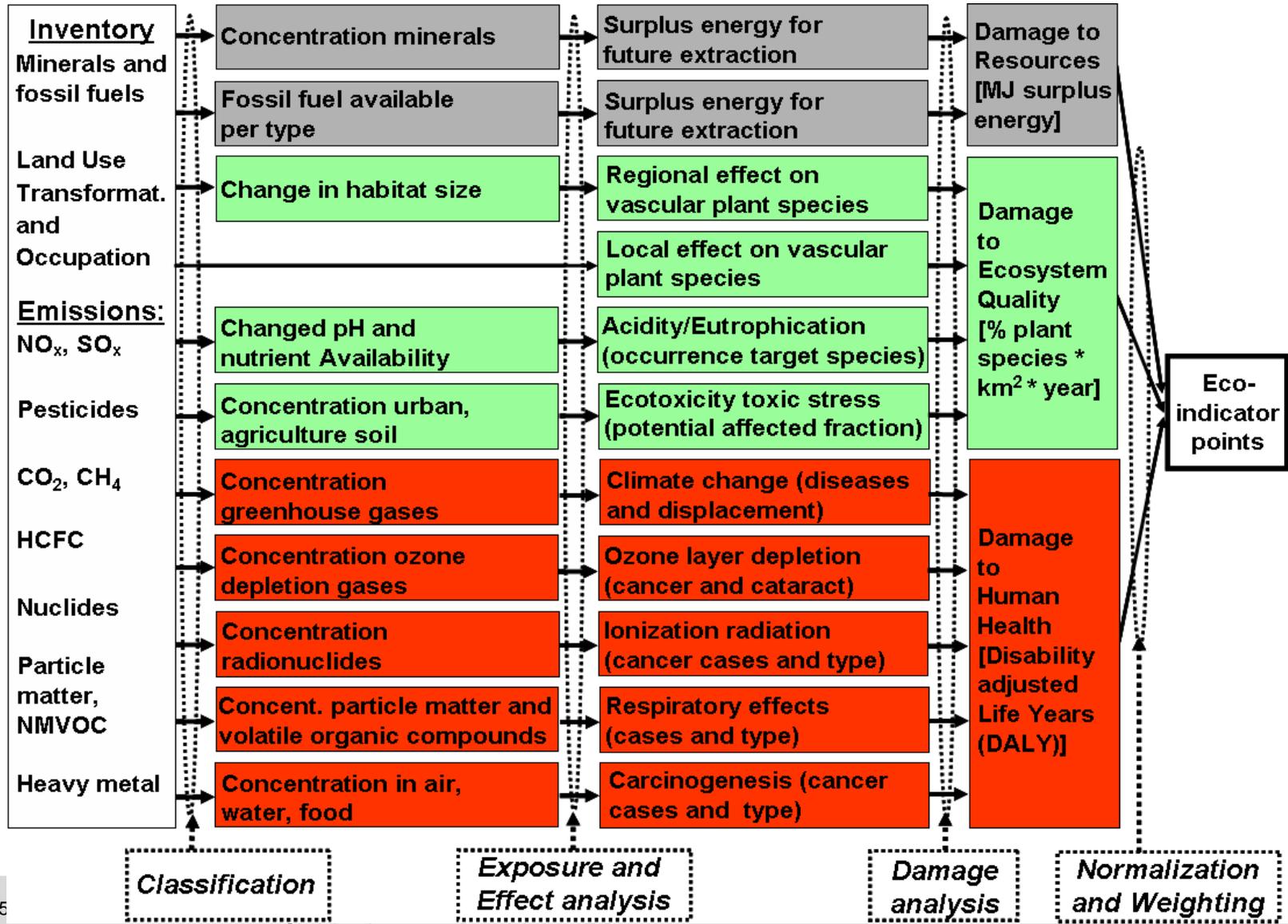
# Midpoint- und Endpoint-Wirkungskonzept – Beispiel Ozonzerstörung



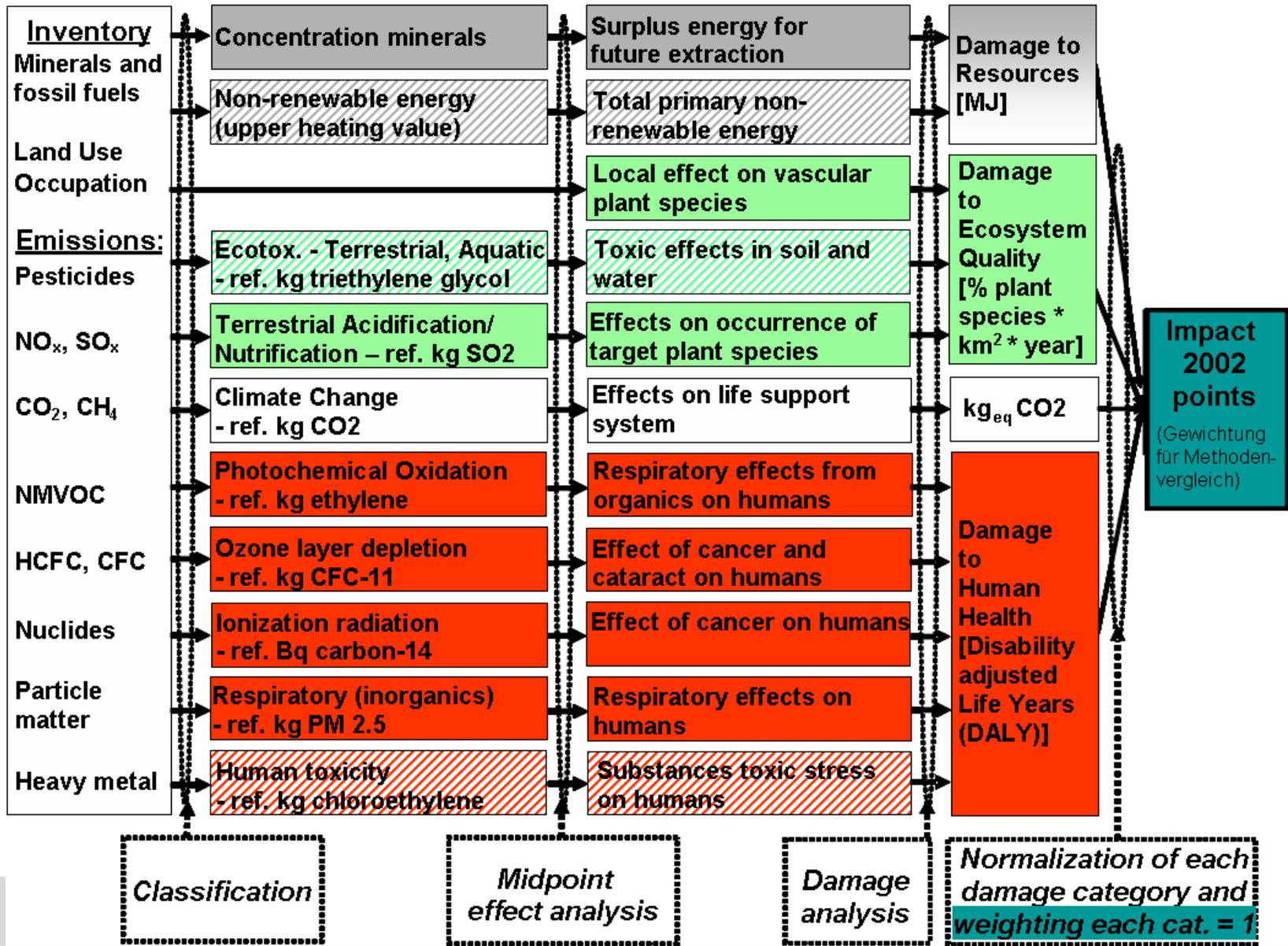
# Wirkungsabschätzungsmethode – CML 2001



# Wirkungsabschätzungsmethode – Eco-Indicator 99



# Wirkungsabschätzungsmethode – Impact 2002



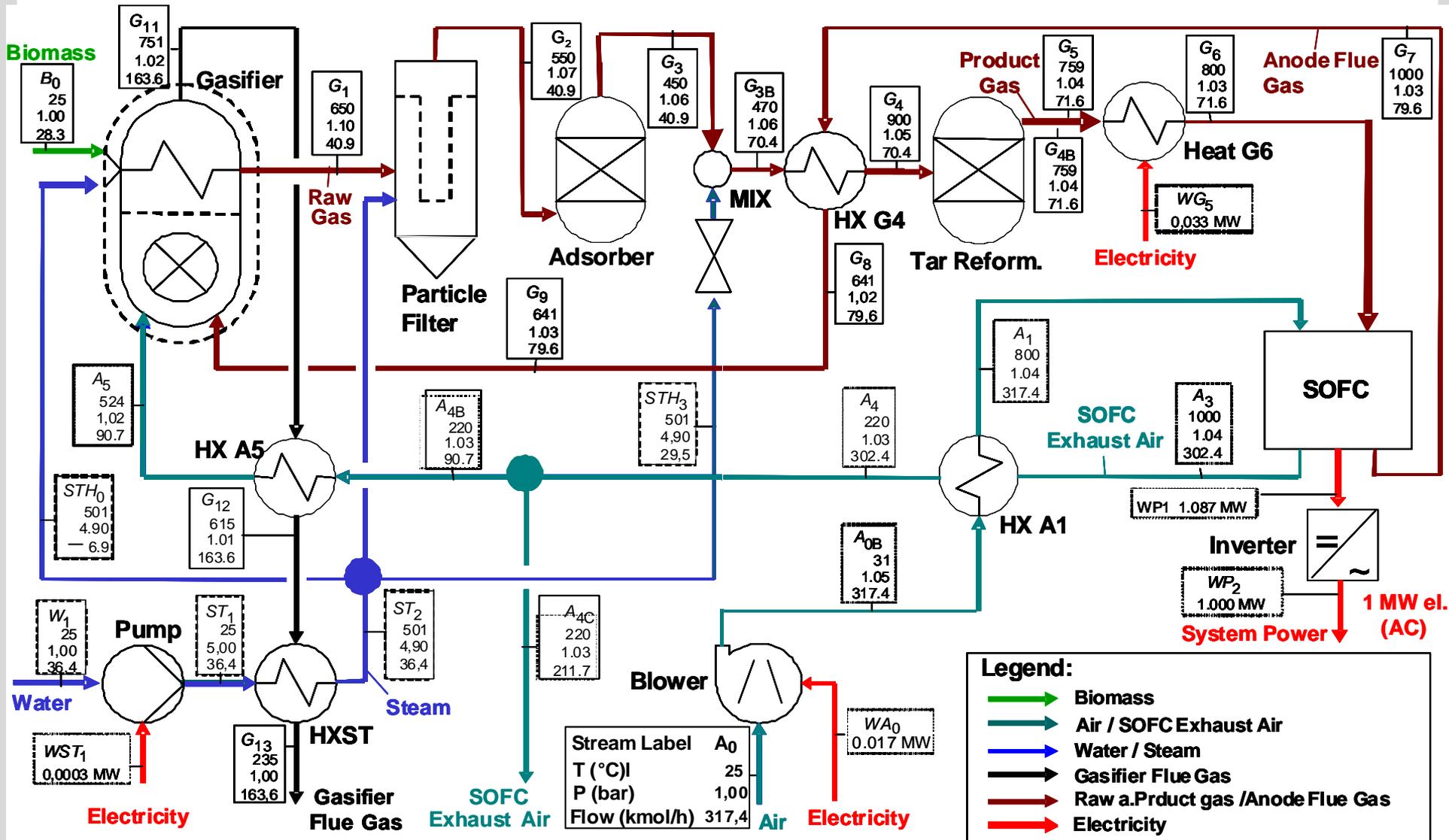
# Struktureller Vergleich der LCIA-Methoden I

Wirkungskategorien	Eco-indicator 99	CML Baseline	Impact 2002
Klimawandel	38 (end.)	42 (mid.)	38 (mid.)
Ozonzerstörung	23 (end.)	22 (mid.)	22 (mid & end)
Humantoxizität (inkl. Arbeitsplatz- und Innenraumbelastungen)	61 (end.)	859 (mid.)	781 (mid.&end.)
Photooxidantienbildung	50 (end.)	126 (mid.)	130 (mid. & end.)
Versauerung	3 (end.)	7 (mid.)	10 (mid. aquatisch, mid.&end. terrestrisch)
Eutrophierung	3 (end.)	12 (mid.)	10 (mid. aquatisch, mid.&end. terrestrisch)
Ökotoxizität	200 (end. Luft, Wasser, Boden)	892 (mid. Luft, Wasser, Boden)	393 (mid. & end. Luft, Wasser, Boden)
Flächenbelegung und Lebensraumverlust	15 (end.)	Belegung in m <sup>2</sup> -a	15 (end. von Eco99)
Abiotische Energieträger	5 (Überschuss Primärenergieaufwand)	6 (Reserven und Extraktion pro Jahr)	6 (Primärenergieaufwand)
Abiotische Mineralien	13 (Überschuss Primärenergieaufwand)	92 (Reserven und Extraktion pro Jahr)	13 (Überschuss Primärenergieaufwand)
Ionisierende Strahlung	25 (end.)	-	25 (mid. & end.)
Wasserentnahme	-	-	1 Primärenergieaufwand

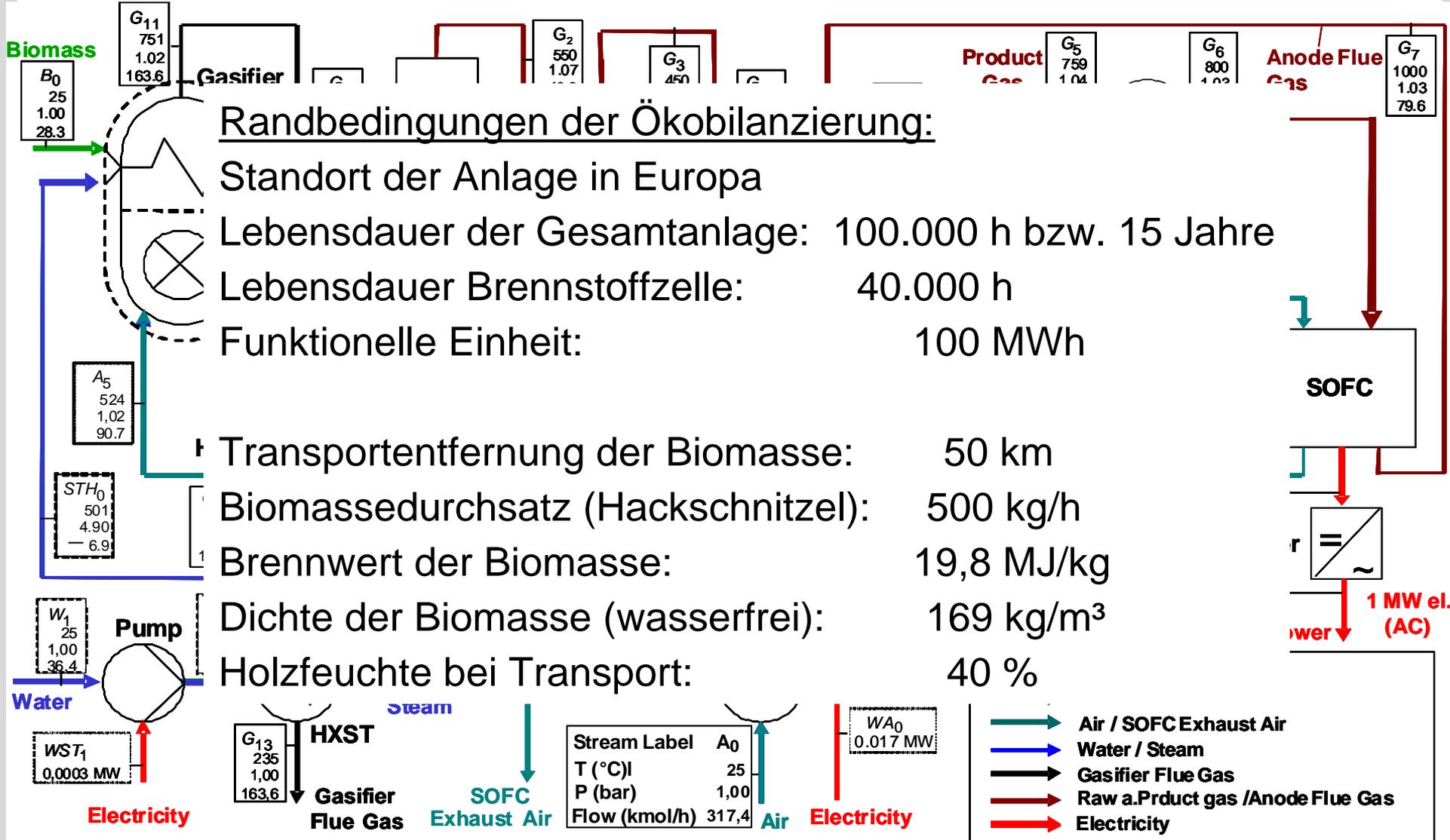
# Struktureller Vergleich der LCIA-Methoden II

Wirkungskategorien	Eco-indicator 99	CML Baseline	Impact 2002
Biotische Ressourcen	-	-	-
Unfälle	-	-	Integration statistischer Daten möglich (DALY)
Lärm	möglich, aber nicht integriert	-	möglich, aber nicht integriert
Bodenqualität	-	-	-
Nicht-Ionisierende Strahlung	-	-	-

# Fallbeispiel: Elektrizitätserzeugung mittels SOFC und allothermer Biomassenvergasung



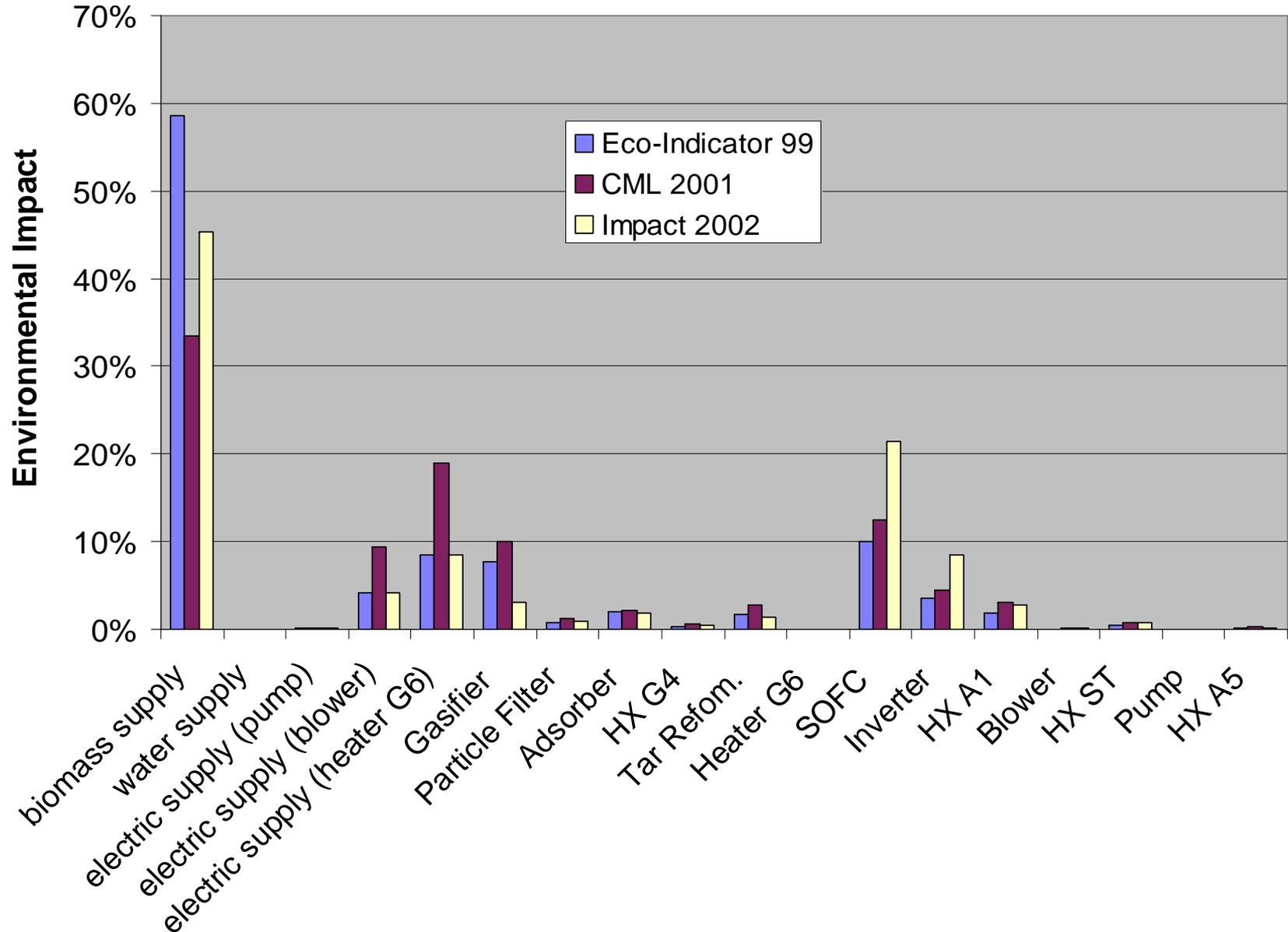
# Fallbeispiel: Elektrizitätserzeugung mittels SOFC und allothermer Biomassenvergasung



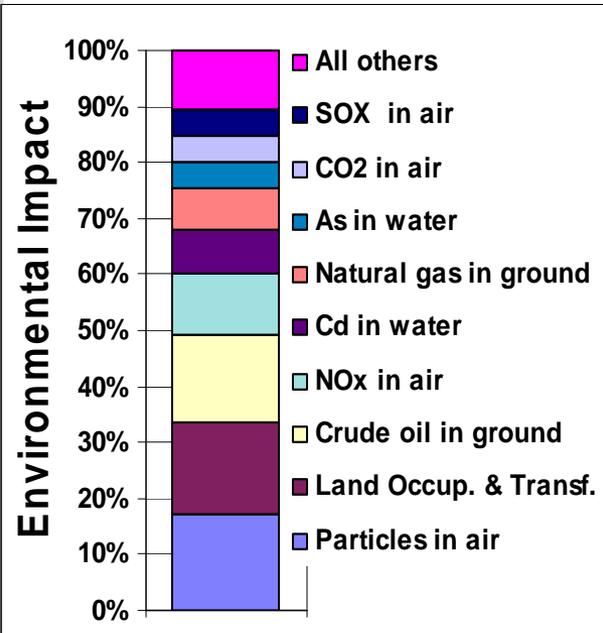
## Randbedingungen der Ökobilanzierung:

- Standort der Anlage in Europa
- Lebensdauer der Gesamtanlage: 100.000 h bzw. 15 Jahre
- Lebensdauer Brennstoffzelle: 40.000 h
- Funktionelle Einheit: 100 MWh
- Transportentfernung der Biomasse: 50 km
- Biomassedurchsatz (Hackschnitzel): 500 kg/h
- Brennwert der Biomasse: 19,8 MJ/kg
- Dichte der Biomasse (wasserfrei): 169 kg/m<sup>3</sup>
- Holzfeuchte bei Transport: 40 %

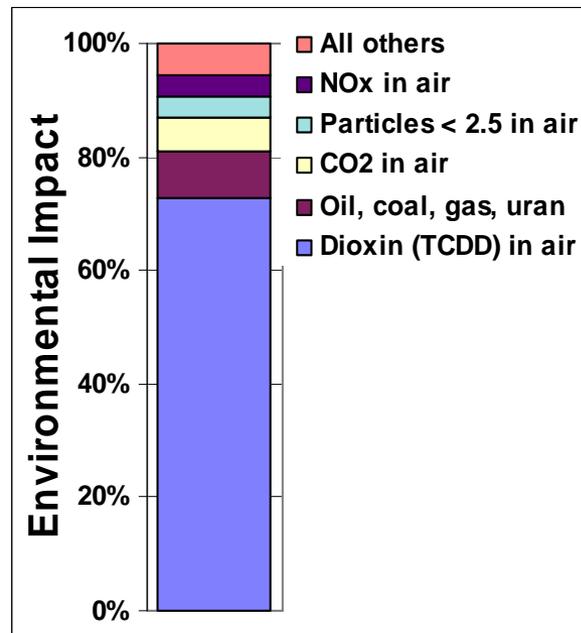
# Vergleich der Gesamtumweltbelastungen von den Inputströmen und den Systemkomponenten



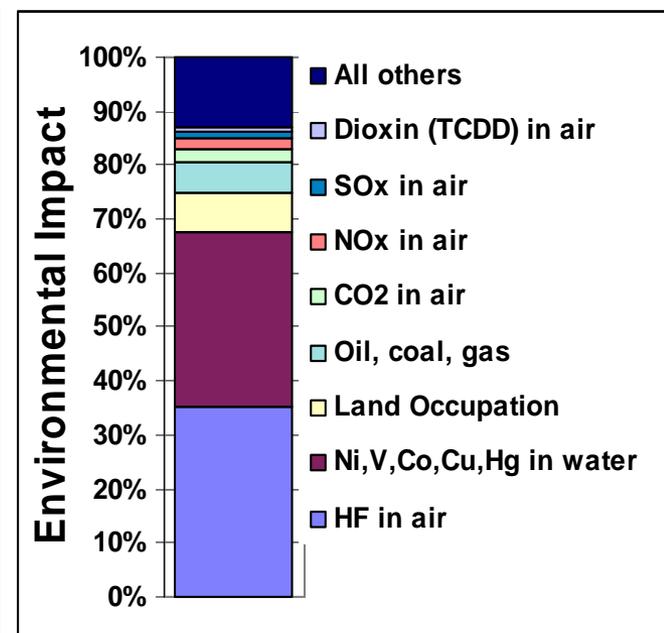
# Vergleichende Dominanzanalyse der eingesetzten LCIA Methoden



**Eco-indicator 99**



**IMPACT 2002**



**CML 2001**

# Zusammenfassung und Schlussfolgerung

- Die in der Diskussion stehenden Wirkungsabschätzungsmethoden weisen strukturelle Unterschiede sowohl hinsichtlich der berücksichtigten Umweltaspekte als auch der mathematischen Abbildung zur quantitativen Bestimmung der Umweltauswirkung.
- Die ökologischen Verbesserungspotenziale zur Optimierung des Prozesses werden in ähnlicher Weise aufgedeckt, allerdings sind je nach angewendeter Methode unterschiedliche Sachbilanzergebnisse (Schadstoffe) für die Hauptbelastung verantwortlich.
- Um die einzelnen Stärken der Methoden bei der Analyse zu berücksichtigen, wird empfohlen mehrere Methoden zur Umweltwirkungsabschätzung einzusetzen.

# Diskussion und Fragen

