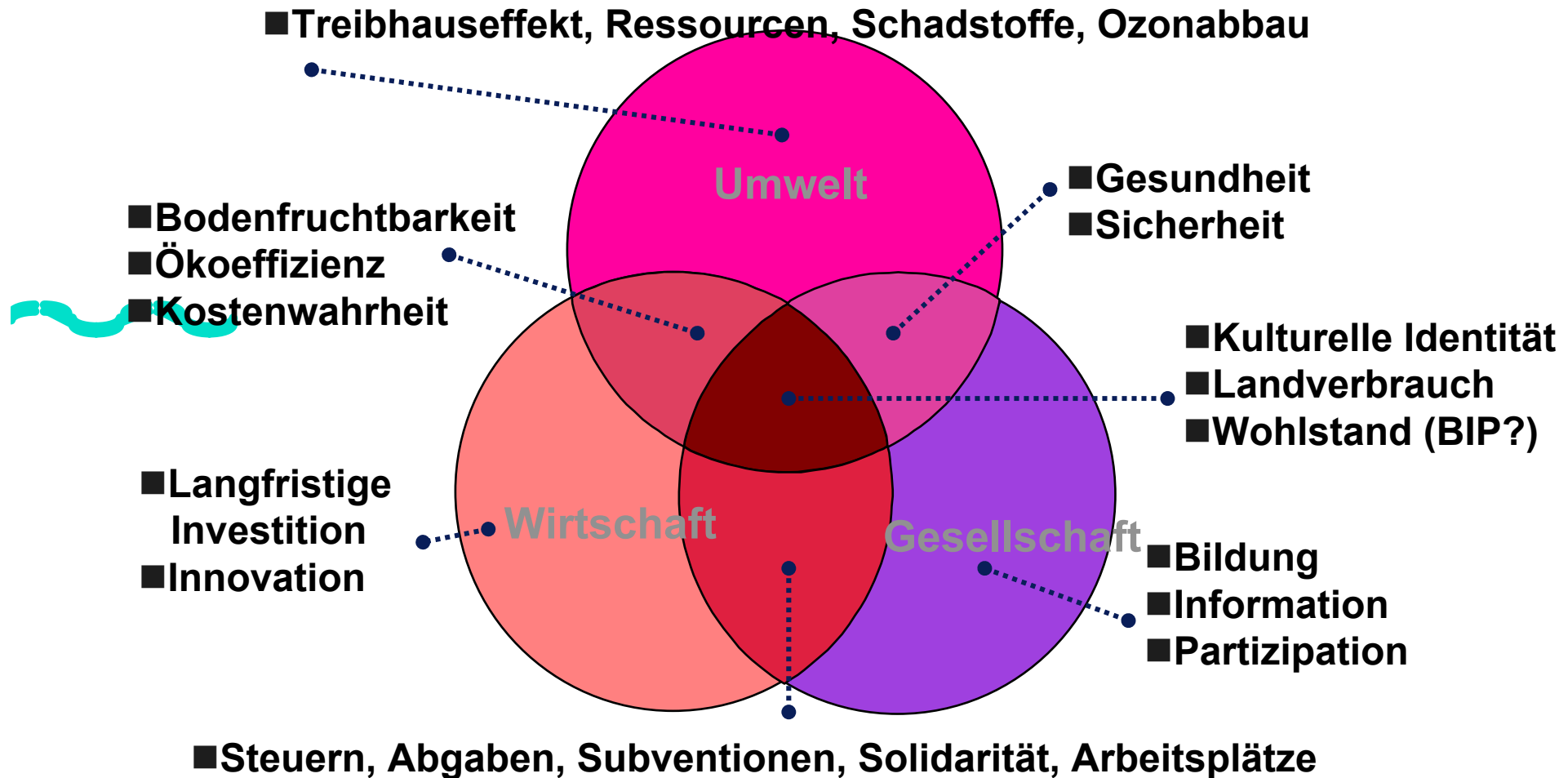
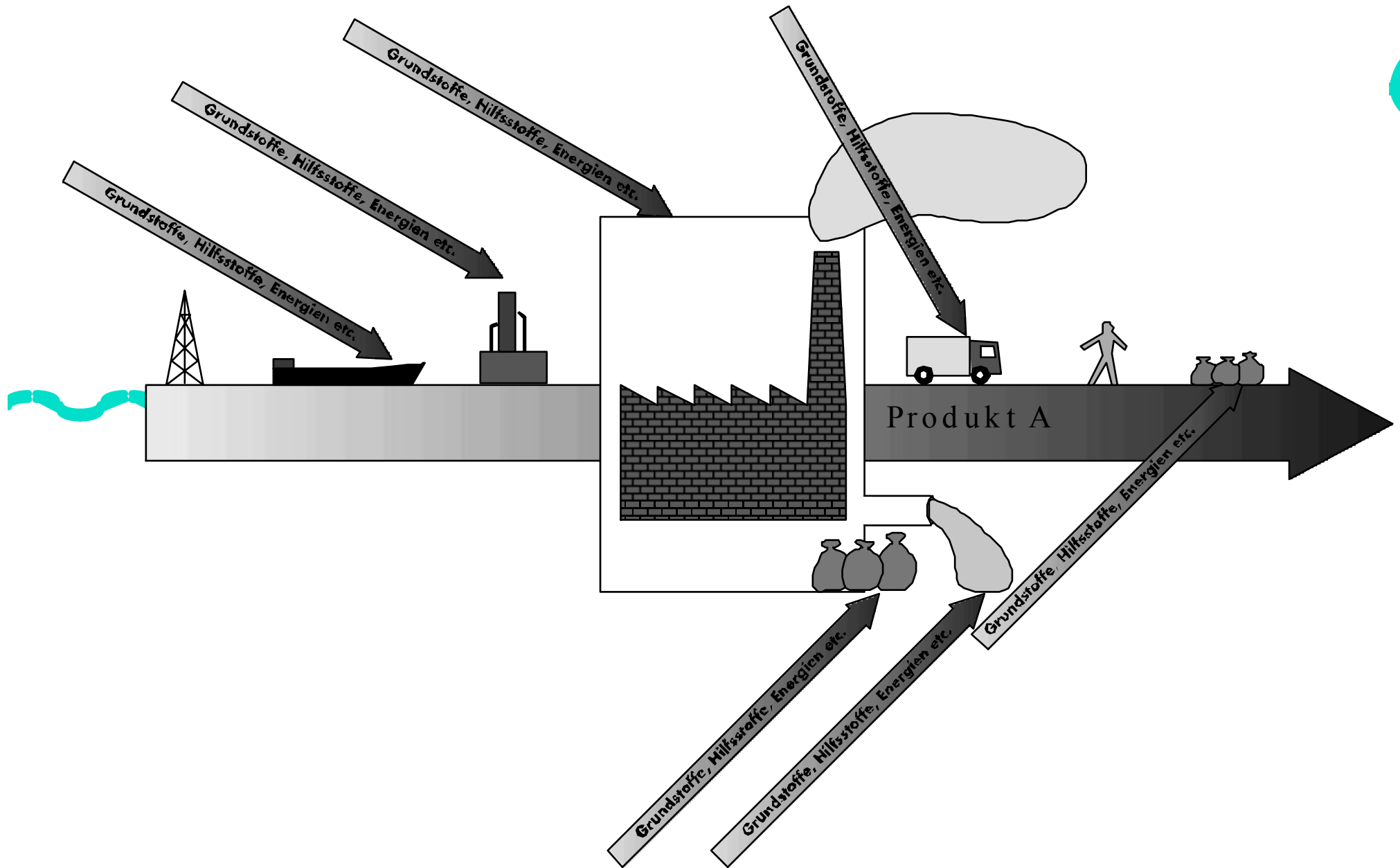




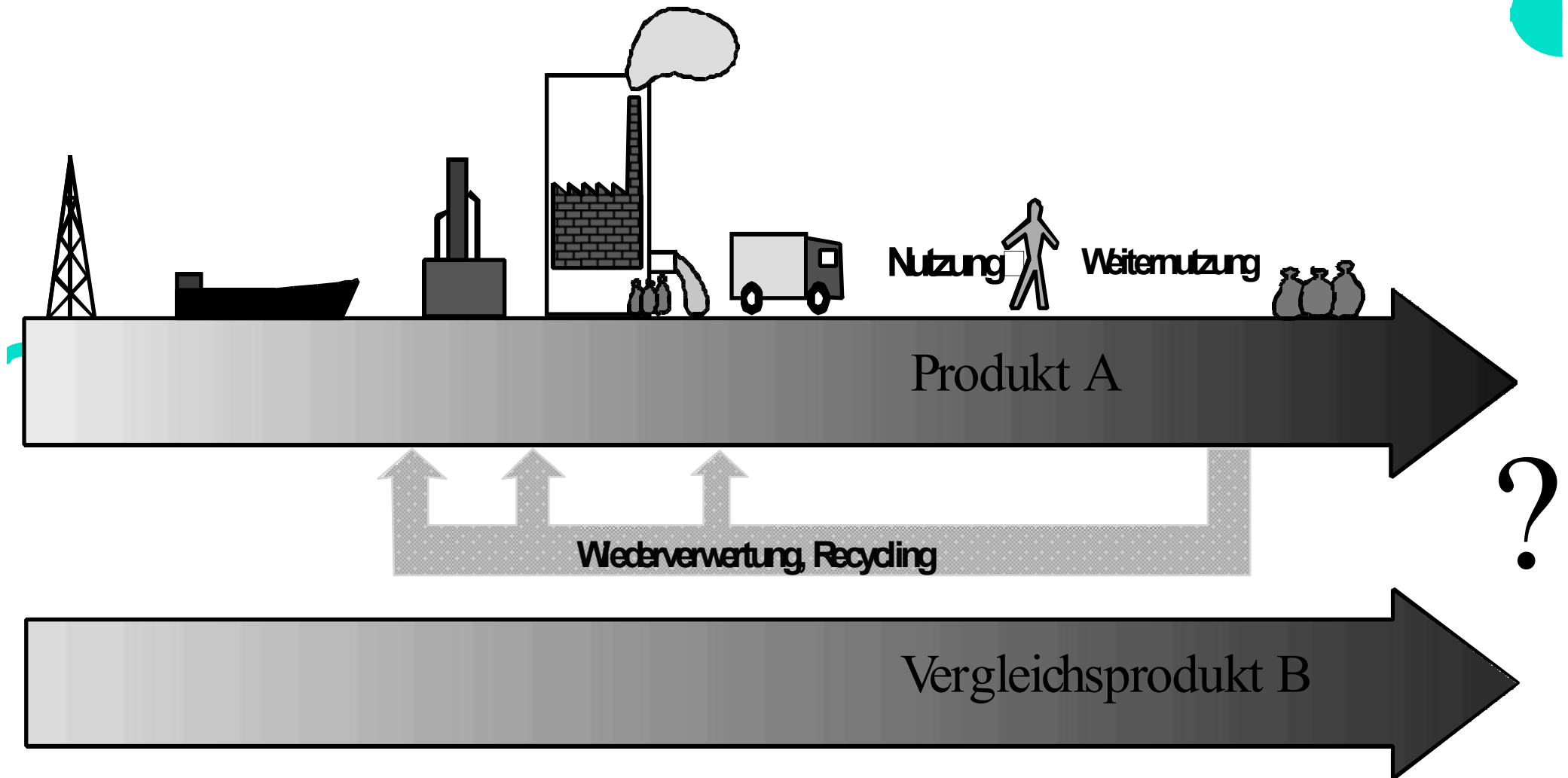
# Ökobilanzen allgemein

# Nachhaltigkeit

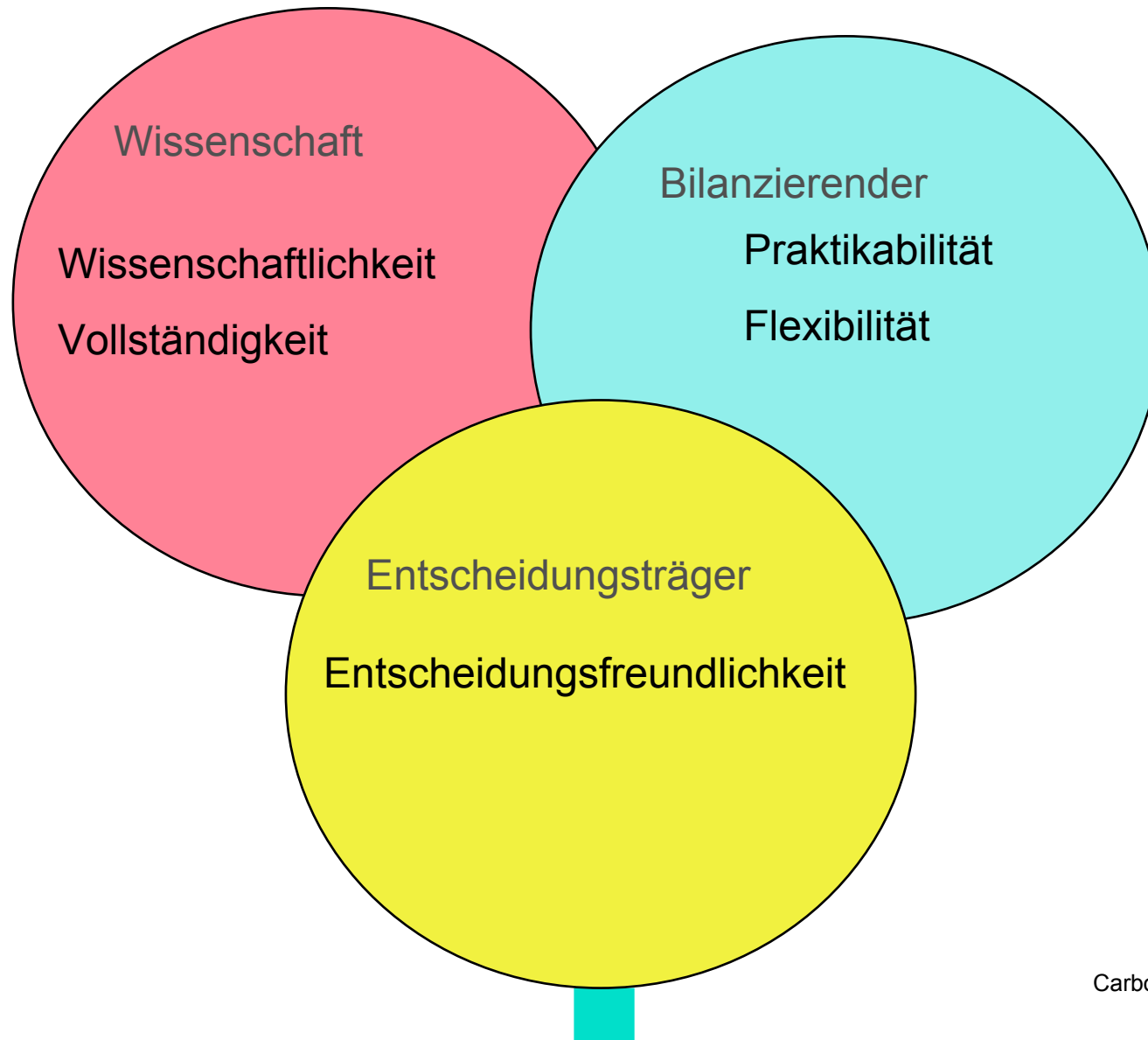




# LCA - Analyse über den gesamten Lebensweg



# Anforderungen an Ökobilanzen



# Einsatz der Ökobilanzierung



- 
- **Ökologische Relevanz**  
Bestimmen der ökologischen Relevanz eines Entscheides, einer Tätigkeit, eines Subsystems oder eines Prozesses
  - **Eruieren von Optimierungspotentialen**  
Erkennen von ökologischen Schwachstellen und vorschlagen von Massnahmen
  - **Variantenentscheid**  
Bestimmen derjenigen Varianten mit der geringsten Umweltbelastung
  - **ökologischer Leistungsausweis**  
Kommunizieren der ökologischen Leistungen
  - **Bewusstsein fördern**  
Sensibilisieren der Beteiligten und der Betroffenen auf die Umweltthematik und vermitteln von Möglichkeiten zu umweltverträglichem Handeln

# LCA: Teilschritte nach SETAC

## Scoping

**Konkretisierung der Fragestellung und des Untersuchungszieles**  
**Festlegen der Bilanzgrenzen bzw. Systemgrenzen**  
**Beschreiben der Rahmenbedingungen**

## Sachbilanz

**Datenerhebung und Aufbereitung der Daten**

**Analyse der Stoff- und Energieströme**

## Wirkungsbilanz

**Identifikation und Beschreibung der Wirkungen auf die Umwelt**

## Bewertung

**Eine vergleichende Bewertung der verschiedenen Wirkungen zu einer Gesamtbeurteilung ist sehr stark von den zu Beginn definierten Zielen abhängig und somit subjektiv. Wesentlich ist, dass diese subjektive Beurteilung klar ersichtlich und damit nachvollziehbar ist.**

## Optimierung und Handlungsempfehlung

# Bewertungsmethoden



# Ökobilanz nach kritischen Konzentrationen nach BUWAL SRU 132



Luft:

Schadstoffmenge

$$\frac{\text{Schadstoffmenge}}{\text{max. Immissionskonz. [mg/m}^3\text{]}} = \text{belastetes Luftvolumen [m}^3\text{]}$$



Wasser:

Schadstoffmenge

$$\frac{\text{Schadstoffmenge}}{\text{Einleitbedingung für Abwasser [mg/dm}^3\text{]}} = \text{belastetes Wasservolumen [dm}^3\text{]}$$

Abfälle:

deponierte Abfallmengen [dm<sup>3</sup>]

Energie:

primär Energiebedarf [MJ]



## Problematik bei der Methode nach kritischen Volumina

- Die bestehende Grundbelastung des betrachteten Gebietes wird nicht berücksichtigt  
Ökologische Knappheit
- Die Schadstoffmengen liegen als Emissionen vor - Bewertet werden sie als Immissionen  
Einbezug der Abbaubarkeit
- **MIK** - Werte stützen sich auf toxikologische Daten ab. Z.B. Klimaveränderungen, Ozonabbau werden nicht berücksichtigt.
- Die Aggregation aller Luftschadstoffe kann zu falschen Schlüssen führen und eine Nachvollziehbarkeit verunmöglichen.  
Wirkungsorientierte Bewertung
- Es können nur die unbelebten Umweltmedien berücksichtigt werden.
- Andere Aspekte müssen gegebenenfalls mitberücksichtigt werden.  
(Produktlinienanalyse)

# Anforderungen an ein Bewertungsmodell



Transparenz und Nachvollziehbarkeit

Berücksichtigung messbarer Grössen

Vergleichbarkeit des Modells - Reproduzierbarkeit unabhängig vom Anwender



Berücksichtigung qualitativer Grössen

Entscheidungsfreundlichkeit, Anwenderfreundlichkeit

Aussagekraft über die ökologische Verträglichkeit

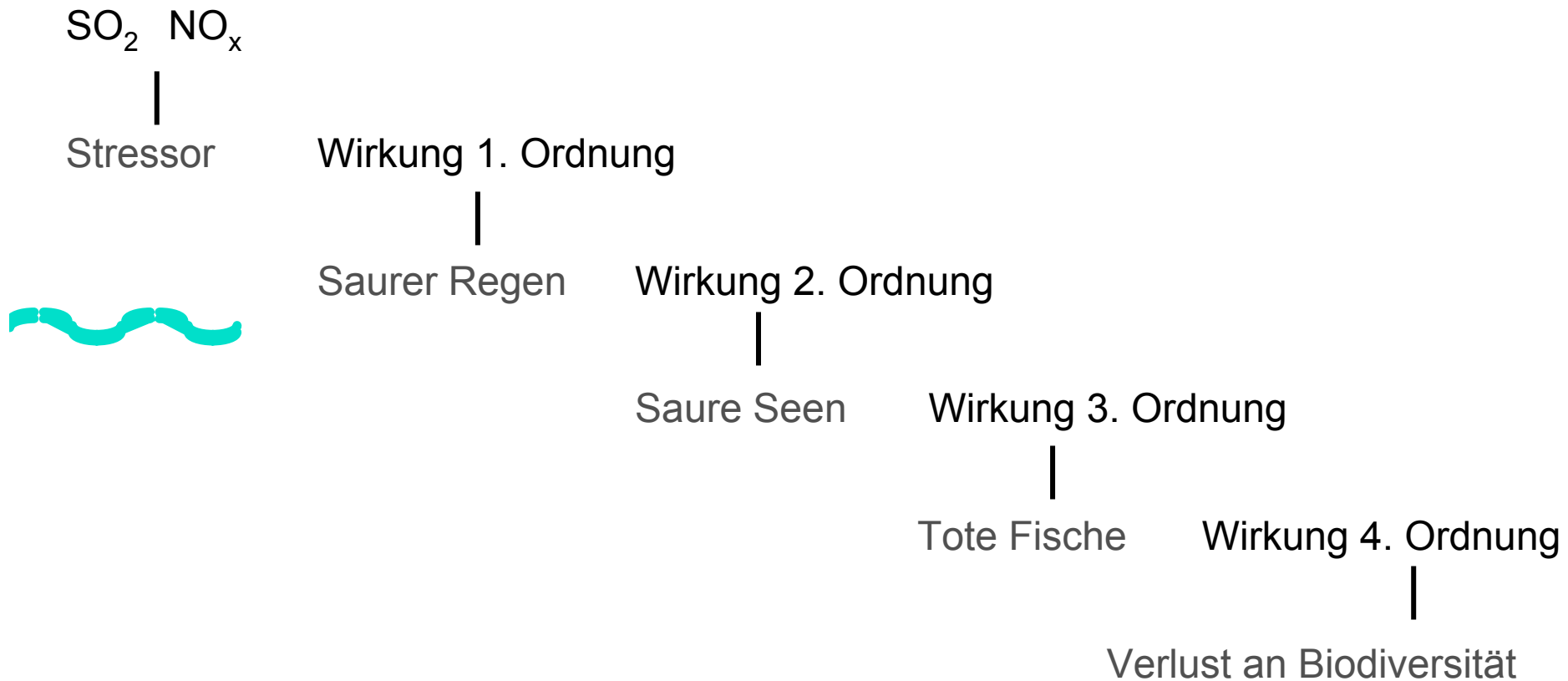
Wissenschaftlichkeit

Flexibilität - für verschiedene Anwendungen geeignet

Eignung für Schwachstellenanalyse

Vollständigkeit, umfassende Betrachtungsweise

# Beziehung zwischen Emission und Auswirkung

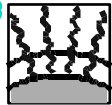


# Umweltauswirkungen und ihre räumliche Relevanz

global



energetischer  
Ressourcenverbrauch

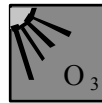


Ozonabbaupotential

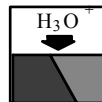


Treibhauspotential

regional



Ozonbildung  
(Sommersmog)



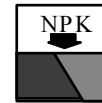
Säurebildungs-  
potential



Abfälle



Sonderabfälle



Eutrophierung



Ökotoxizität



Humantoxizität

lokal



Direkter Einfluss  
auf Flora  
und Fauna

# Wirkungsorientierte Bewertung

Emissionen

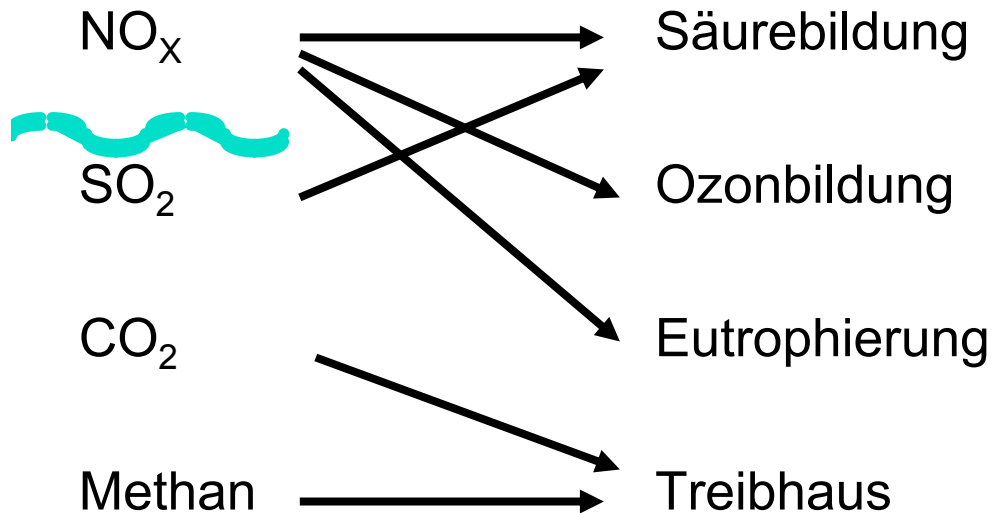
Klassifizierung

Charakterisierung

Zuordnung zu den  
Auswirkungen

Bestimmung des Potentials  
bezüglich eines Leitschadstoffes

Beispiel:



|                 |       |
|-----------------|-------|
| NO <sub>x</sub> | 0.7   |
| SO <sub>2</sub> | 1     |
| NO <sub>x</sub> | 0.832 |
| NO <sub>x</sub> | 0.13  |
| CO <sub>2</sub> | 1     |
| Methan          | 11    |

# Ökobilanz nach ökologischer Knappheit kritischen Frachten (UBP)

nach R. Müller-Wenk und A. Braunschweig

- 
- Ökofaktor =  $\frac{1}{F_k} \cdot \frac{F}{F_k} 10^{12}$

- F: gesamte Belastung (Fracht) des betreffenden Schadstoffes in dem betrachteten Gebiet
- $F_k$ : kritische Fracht (maximal tolerable Fracht)
- UBP: Umweltbelastungspunkt

- Umweltbelastungspunkt =  $\frac{\text{Schadstoffausstoss}}{\text{funktionelle Einheit}} \cdot \text{Ökofaktor}$

# Eco-Indicator '95 nach Goedkoop

- Berücksichtigte Wirkungen

- Treibhauspotential
- Ozonabbaupotential
- Säurebildungspotential
- Eutrophierungspotential
- Schwermetalle
- Karzinogenität
- Wintersmog
- Sommersmog
- Pestizide

- Normalisierung  $\text{norm. Wirkung}_i = \text{Wirkung}_i / \text{jährliche Wirkung in EU}$

- Gewichtung  $\text{norm. Wirkung}_i = \text{Multiplikation mit Reduktionsfaktor}$

$\text{Gew. Faktor} = \text{Charakt. Faktor} \cdot \text{Red. Faktor} \cdot F / \text{Norm. Faktor}$

$$F = 4.97 \cdot 10^8$$

# Eco-Indicator '95 nach Goedkoop

|                           | Einheit                                           | Red.<br>Faktor          | Norm.<br>Faktor       |
|---------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| • Treibhauspotential      | kg CO <sub>2</sub> Äquivalentien2.5               | 6.51 * 10 <sup>12</sup> |                       |
| • Ozonabbaupotential      | kg R11 Äquivalentien100                           | 4.6 * 10 <sup>8</sup>   |                       |
| • Säurebildungspotential  | kg SO <sub>x</sub> Äquivalentien10                | 5.6 * 10 <sup>10</sup>  |                       |
| • Eutrophierungspotential | kg PO <sub>4</sub> Äquivalentien5                 | 1.9 * 10 <sup>10</sup>  |                       |
| • Schwermetalle           | kg Pb Äquivalentien                               | 5                       | 2.7 * 10 <sup>7</sup> |
| • Karzinogenität          | kg PAH Äquivalentien                              | 10                      | 5.4 * 10 <sup>6</sup> |
| • Wintersmog              | kg SO <sub>2</sub> Äquivalentien5                 | 4.7 * 10 <sup>10</sup>  |                       |
| • Sommersmog              | kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äquivalentien2.5 | 8.9 * 10 <sup>9</sup>   |                       |
| • Pestizide               | kg aktive Substanz                                | 25                      | 4.8 * 10 <sup>8</sup> |

- Die Verbesserung der städtischen Lebensbedingungen durch die Einführung der Motorwagen kann man kaum überschätzen. Strassen bleiben sauber, sind staub- und geruchlos, befahren von Fahr-zeu-gen, die sich auf Gummireifen sanft und geräuschlos dahinbewegen und einen grossen Teil der Nerven-belastungen des modernen Menschen ausschalten

• Juli 1899

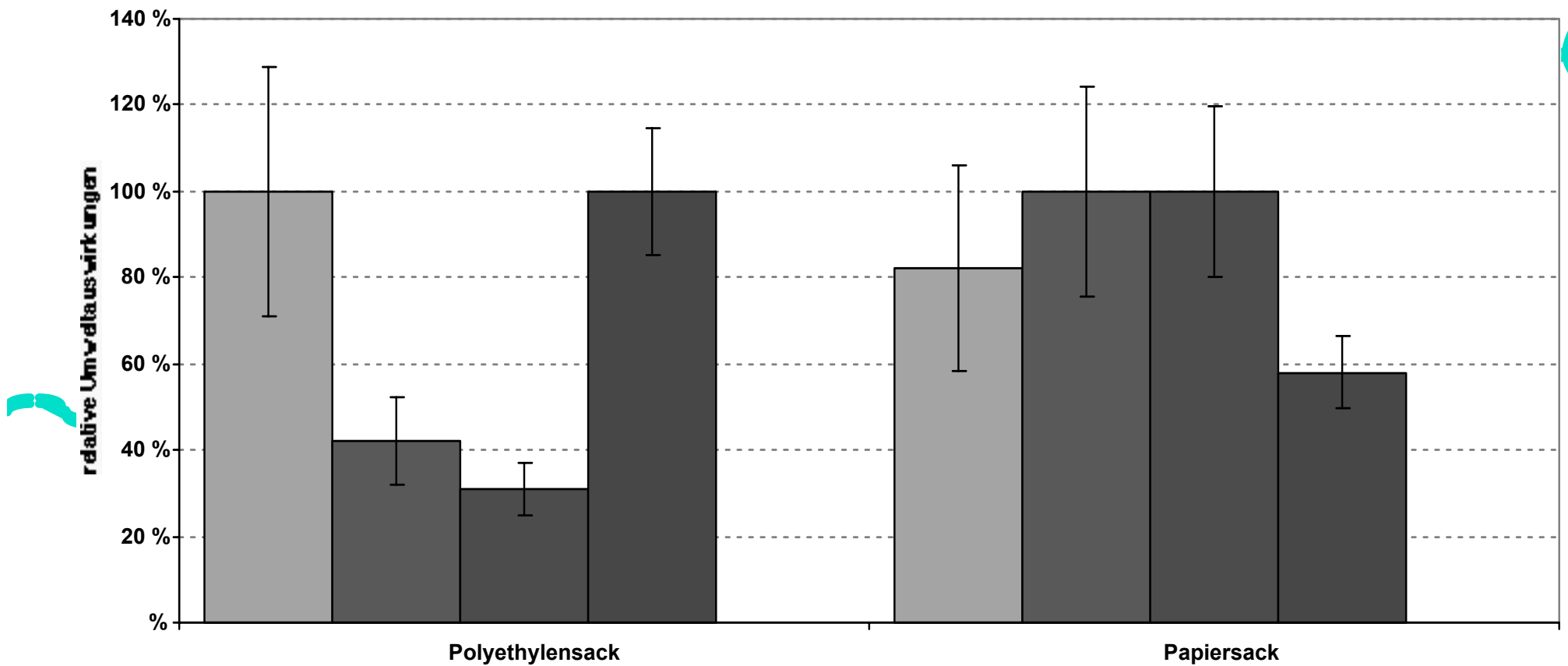
- Schadstofffrachten (D, 1991)

|                  | CO  | NO <sub>x</sub> | C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> | Russ | CO <sub>2</sub> | SO <sub>x</sub> |
|------------------|-----|-----------------|-------------------------------|------|-----------------|-----------------|
| • Anteil Verkehr | 75% | 61%             | 53%                           | 30%  | 19%             | 4%              |

- Ca. 700 Verkehrstote pro Jahr (CH)
- Lärm: Grenz- und Alarmwertüberschreitung sind in Städten 'normal'

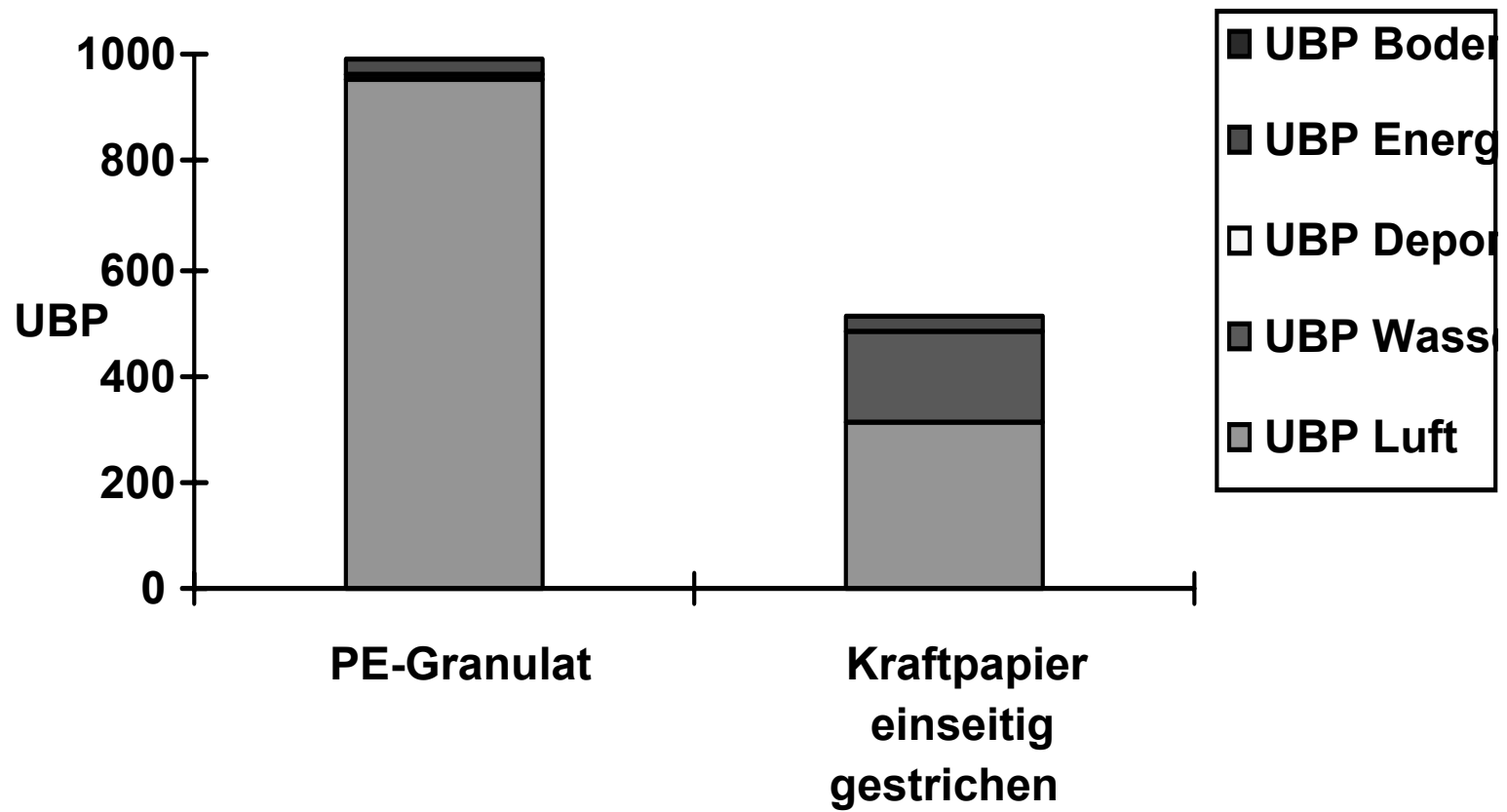
# • Beispiele



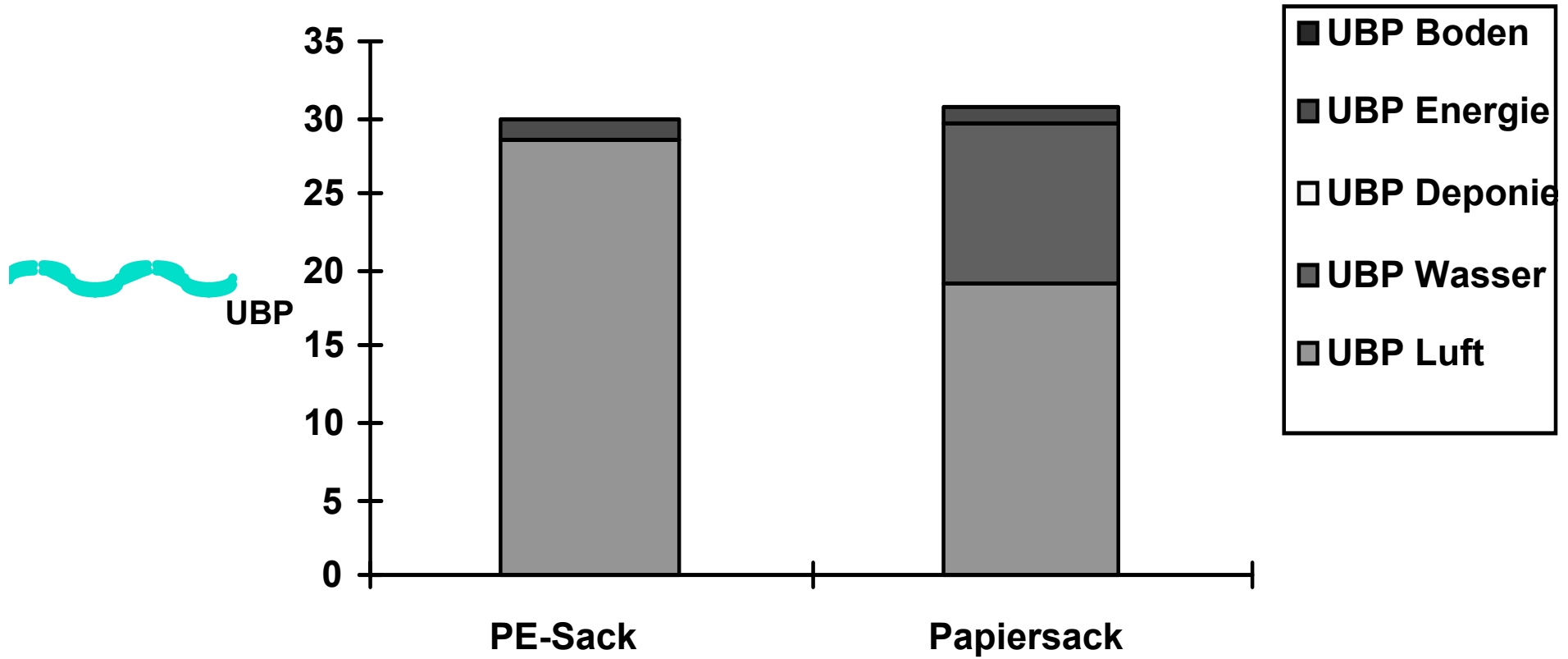


■ Kritische Luftvolumina (SRU 132) ■ Kritische Wasservolumina (SRU 132) ■ Deponierte Abfälle (SRU 132) ■ Energie nicht erneuerbar

## Papier und Plastik (1)

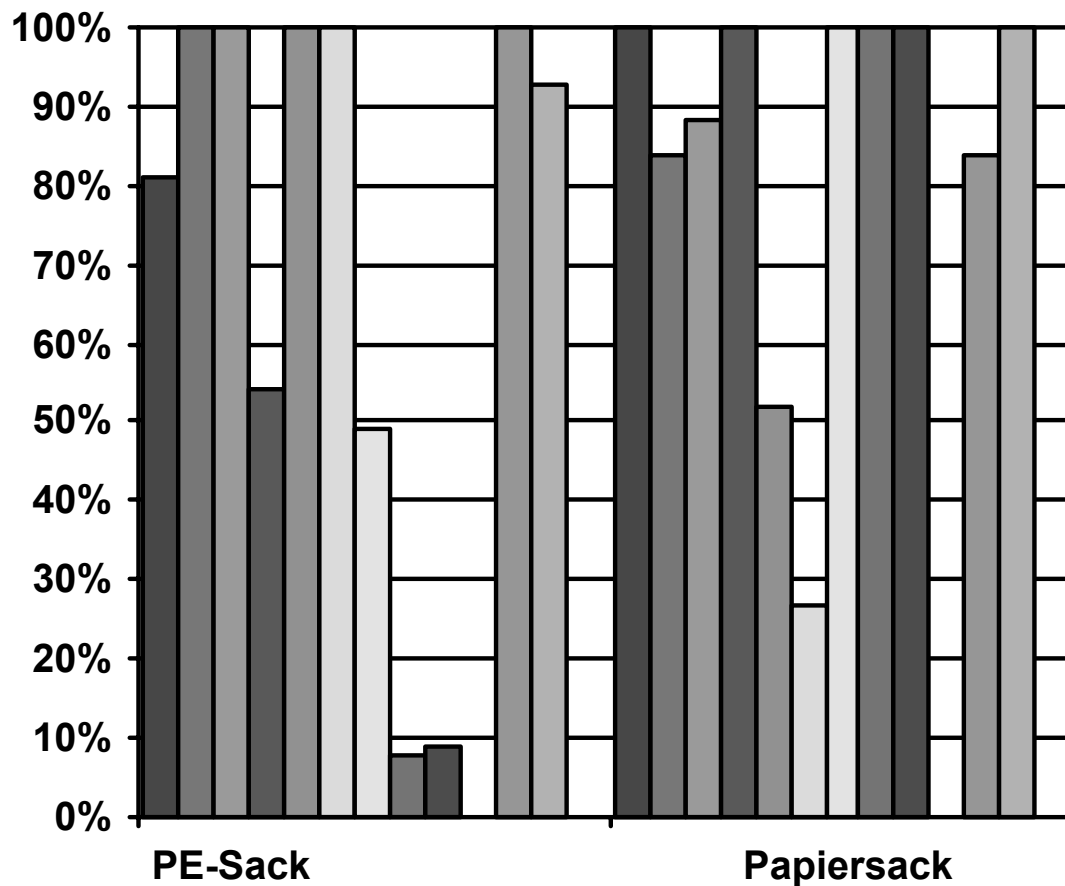


## Papier- und Plastiksäck



relative Umweltauswirkungen

## Papier- und Plasticksäcke

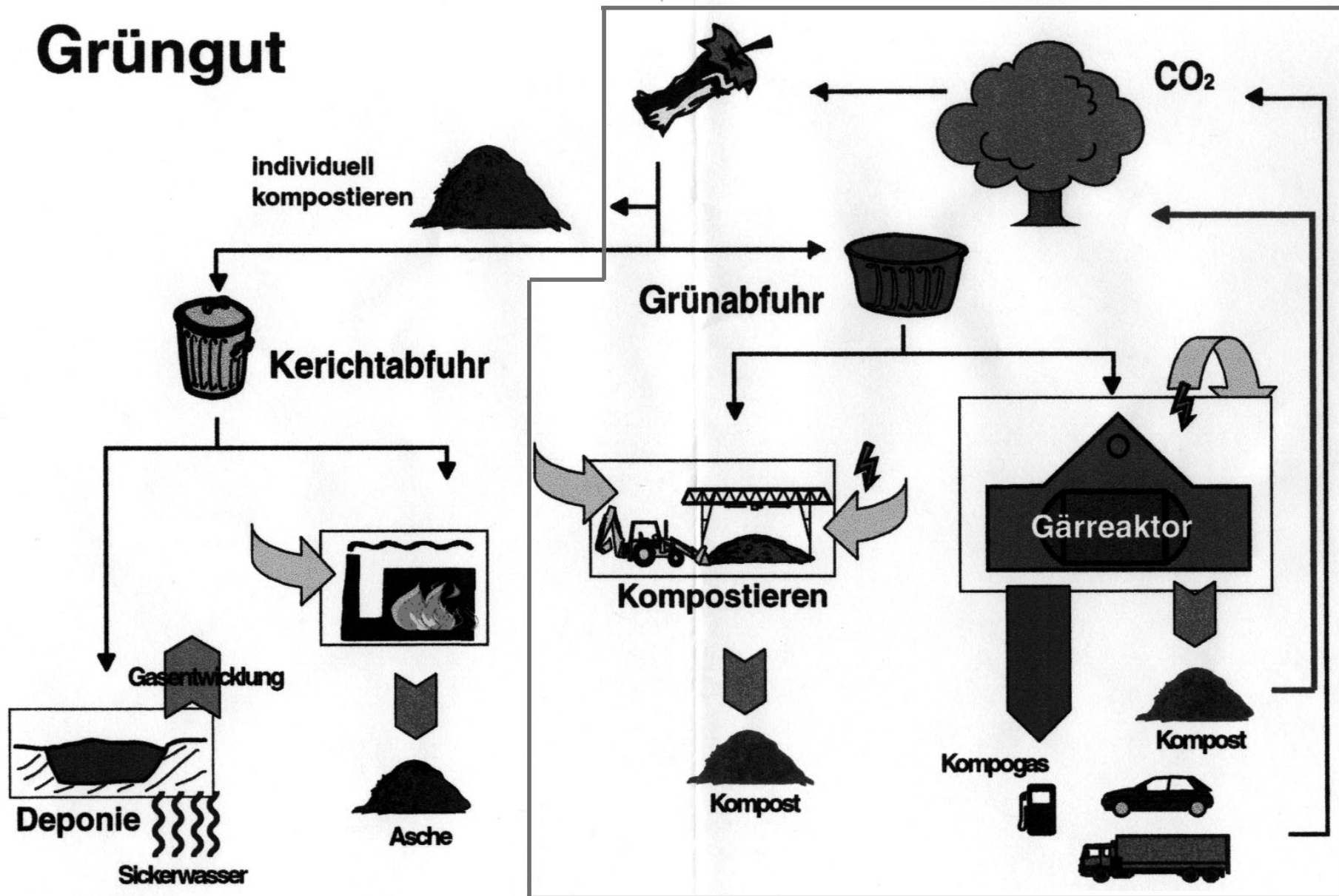




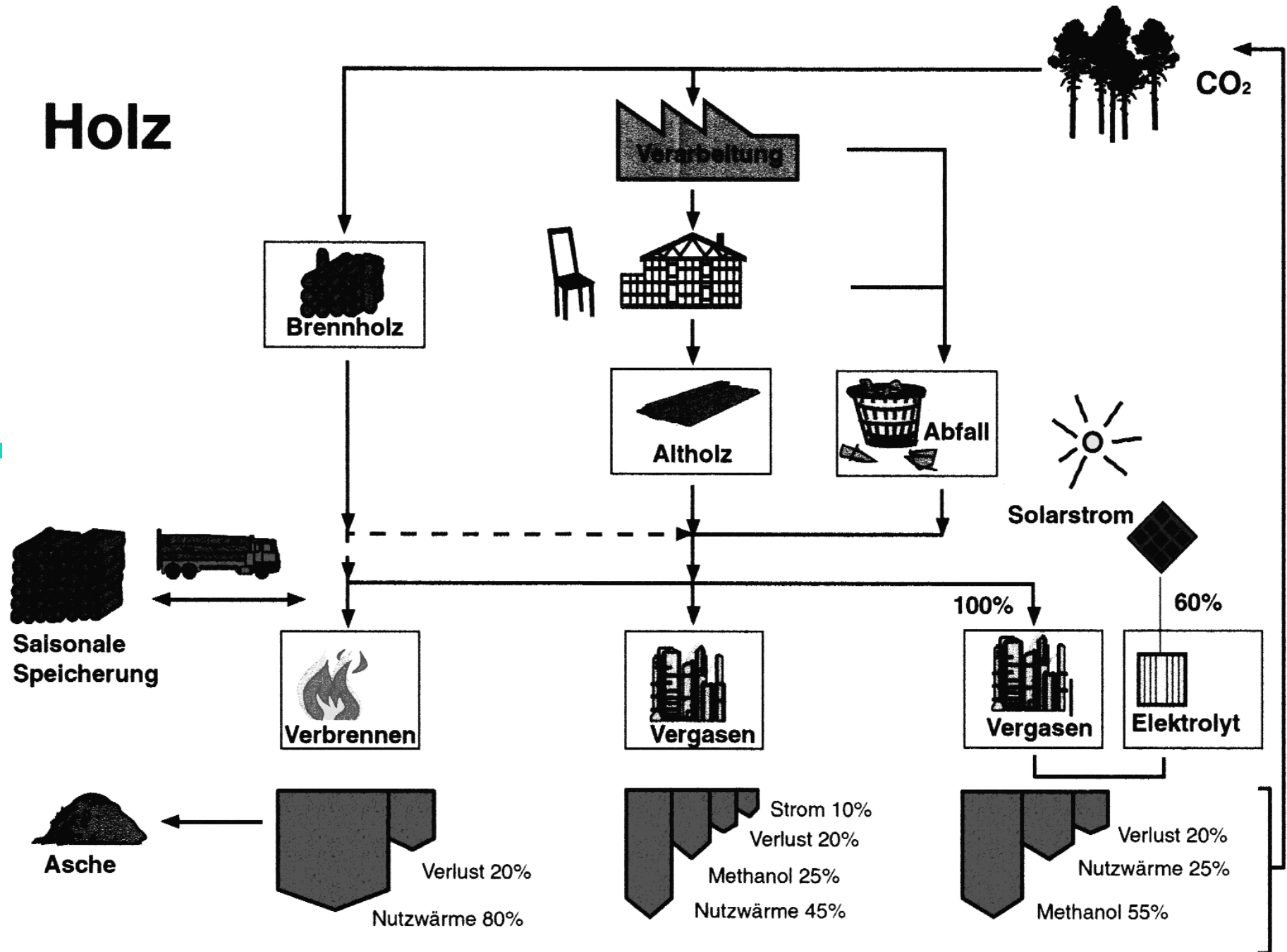
# Biotreibstoffe

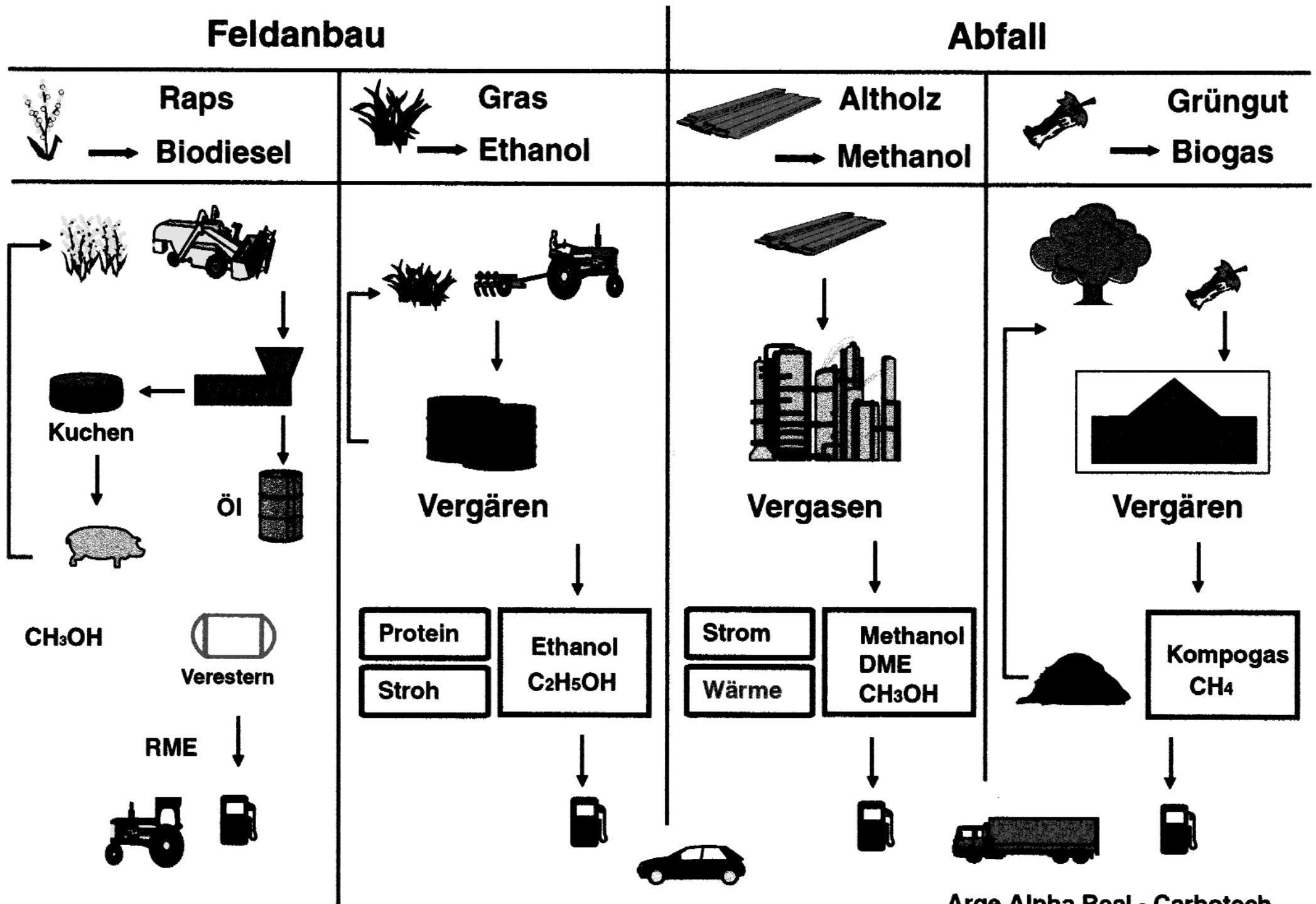


# Grüngut

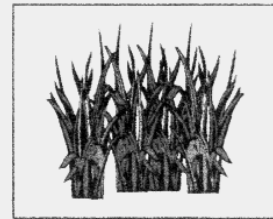


# Holz





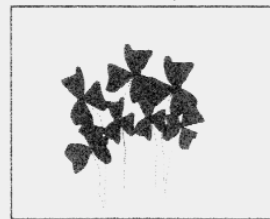
# Gras



Wiesland

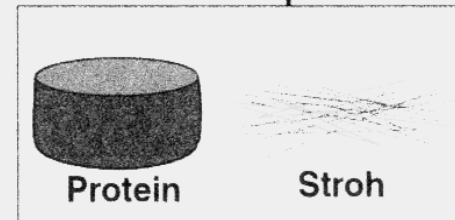


Naturwiese



Klee

$\text{CO}_2$



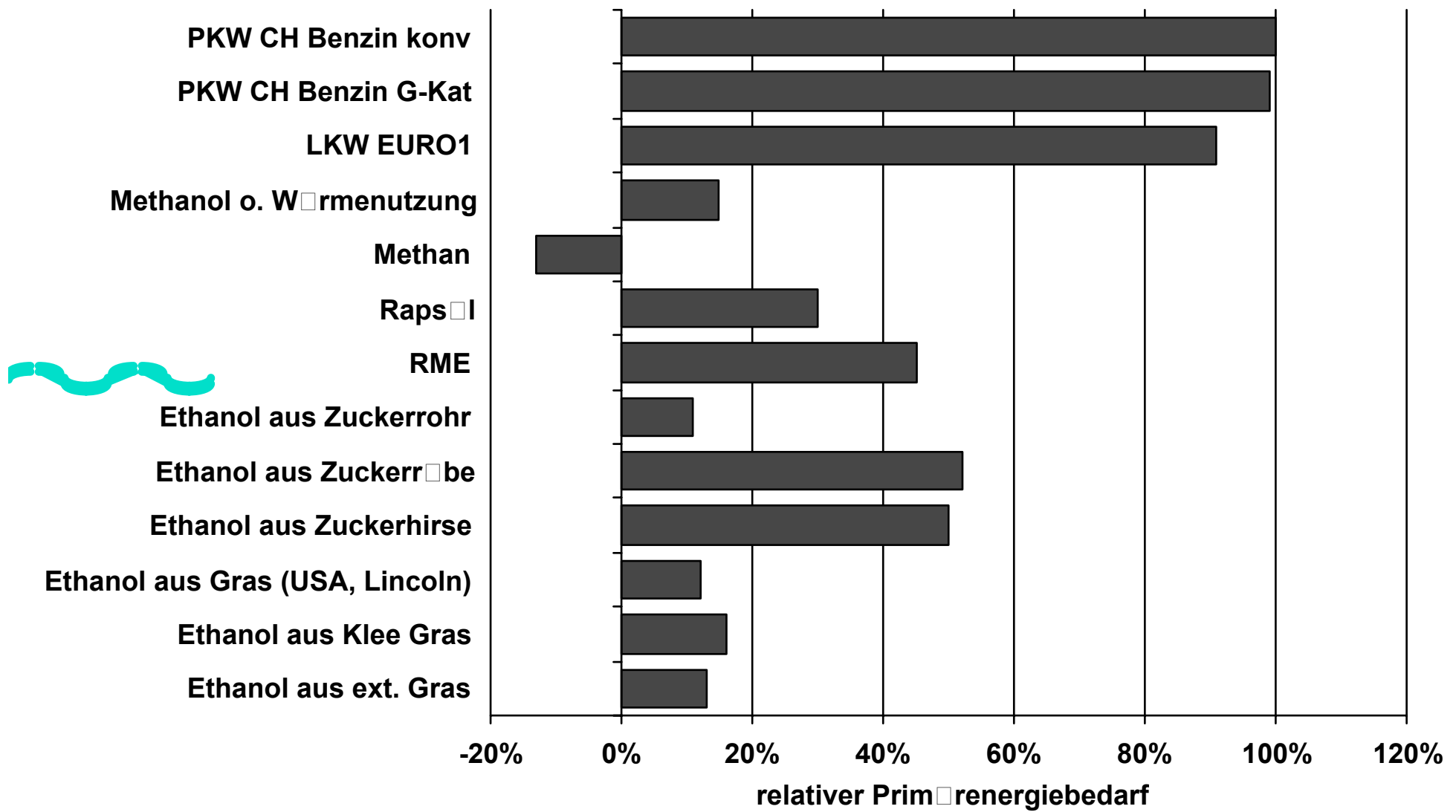
Protein

Stroh

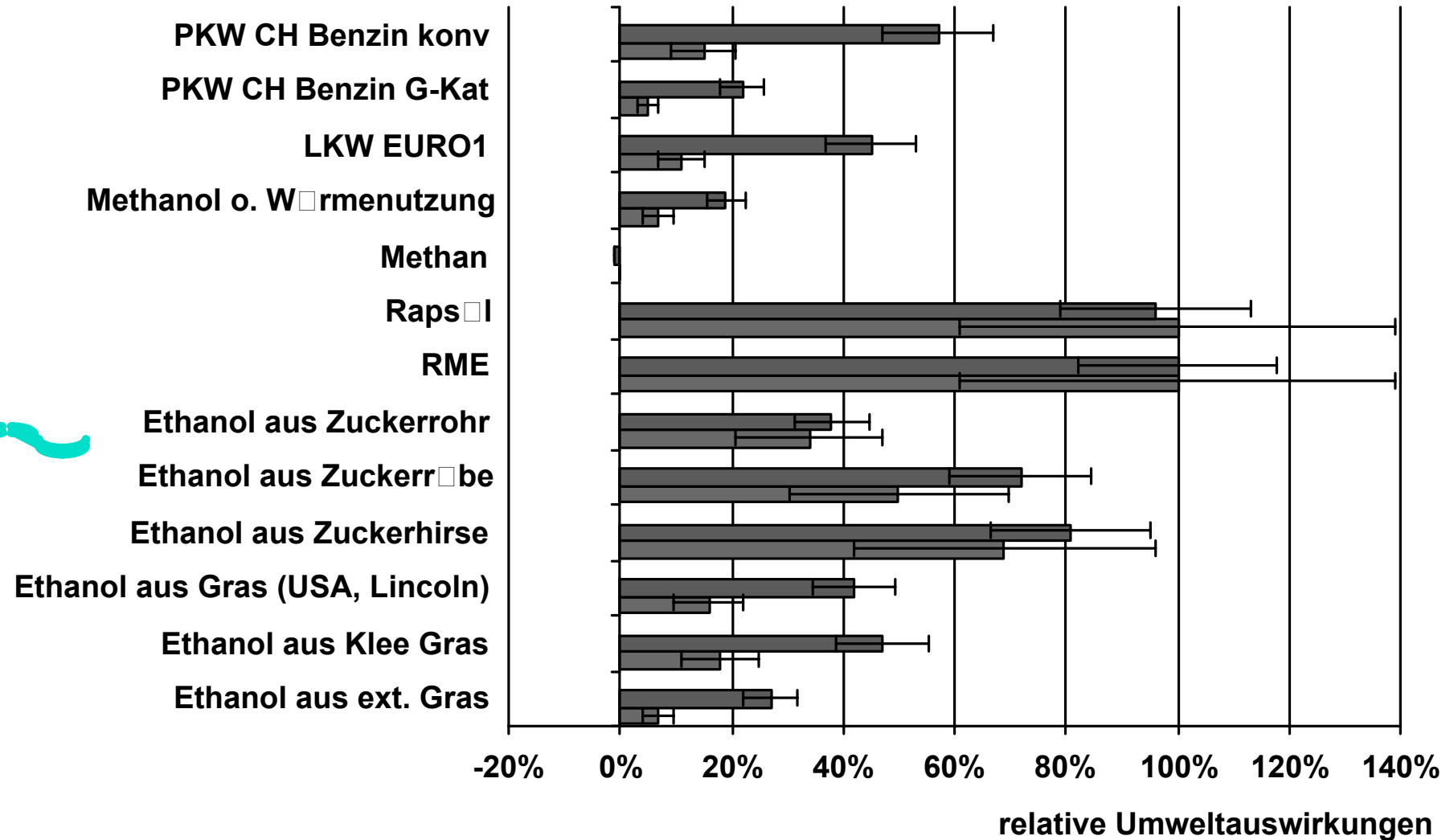


Ethanol



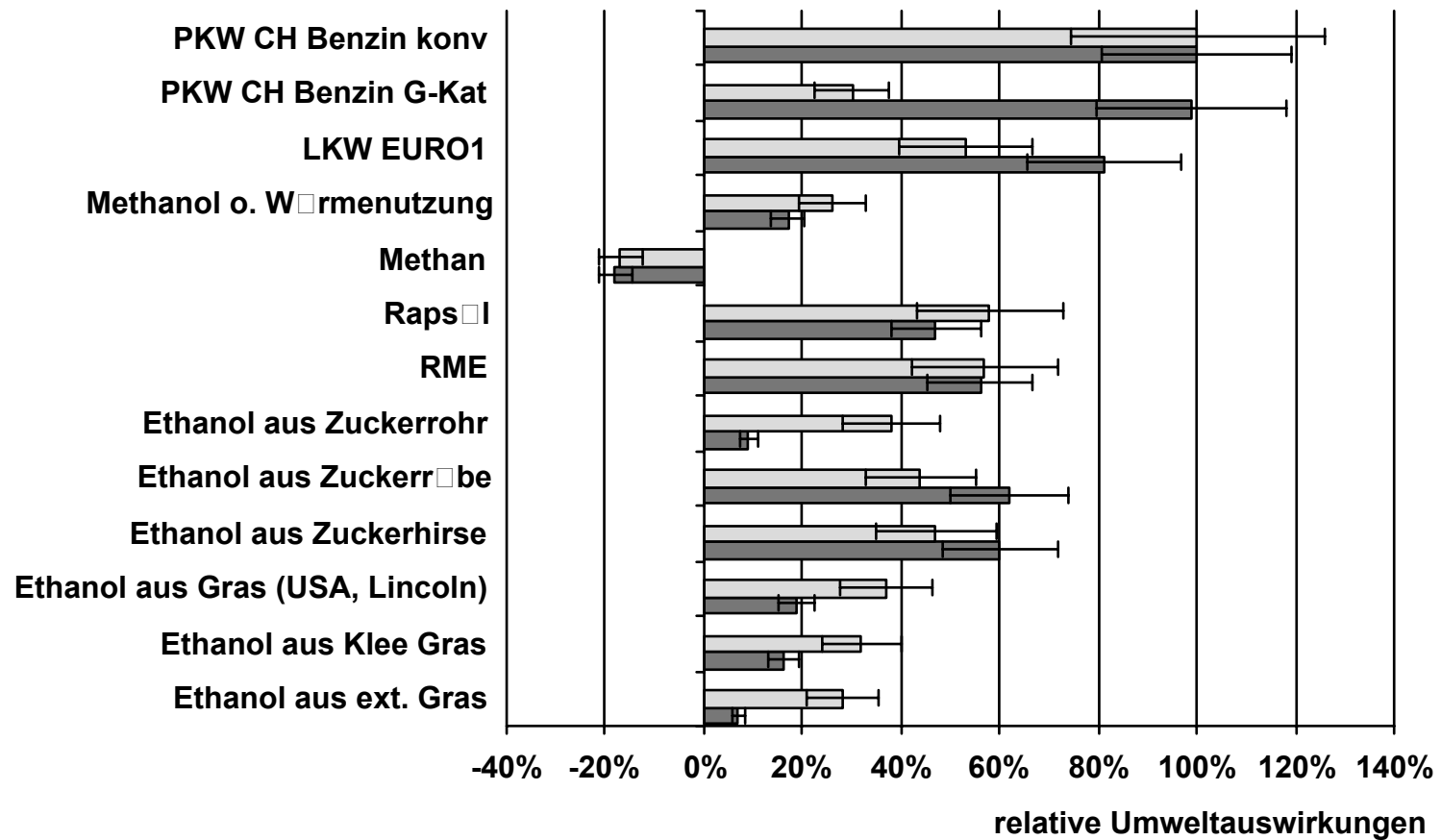


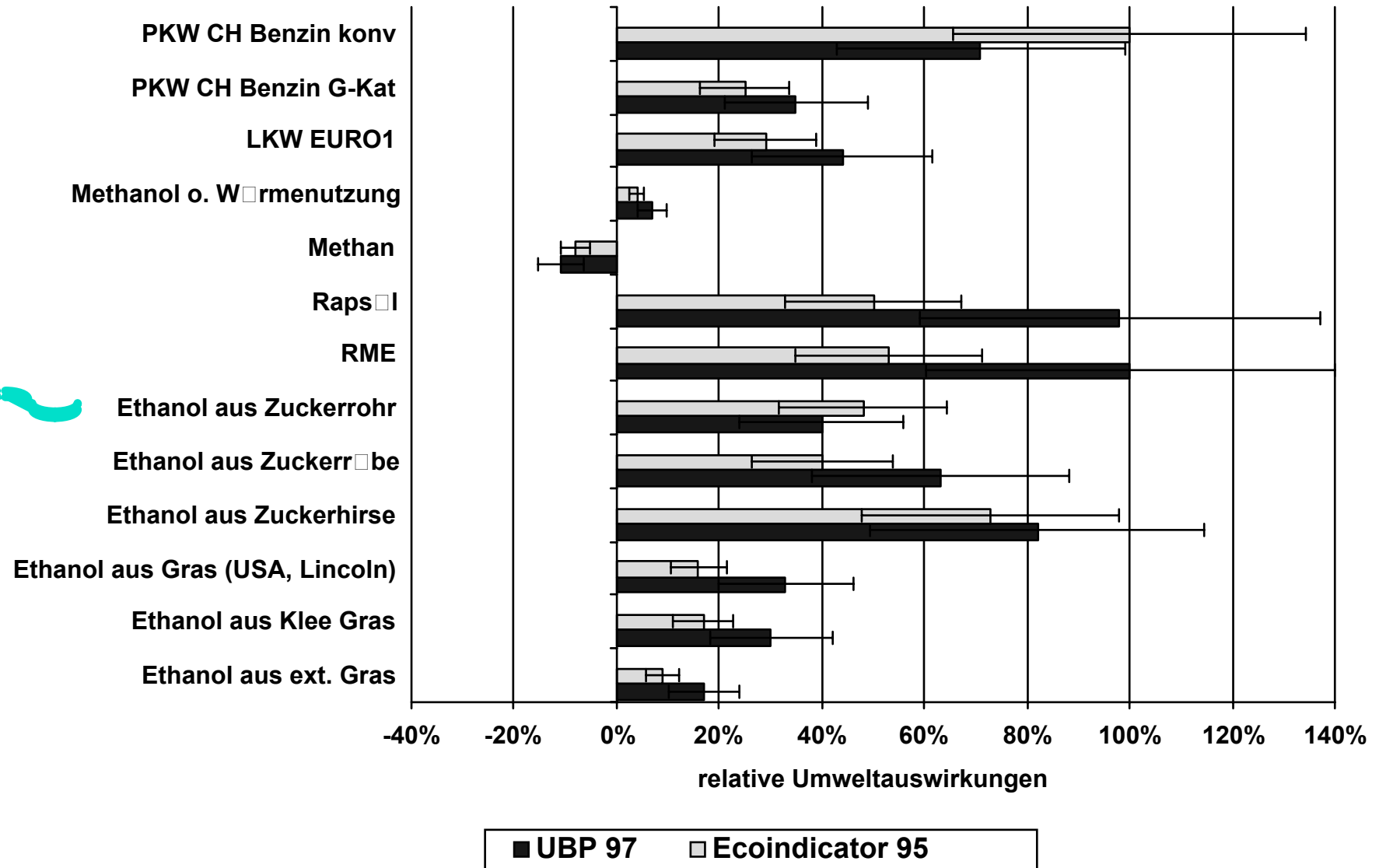
# Vergleich: Biotreibstoffe - konventionelle Treibstoffe (Herstellung und Gebrauch)



■ Eutrophierungspotential

■ Säurebildungspotential



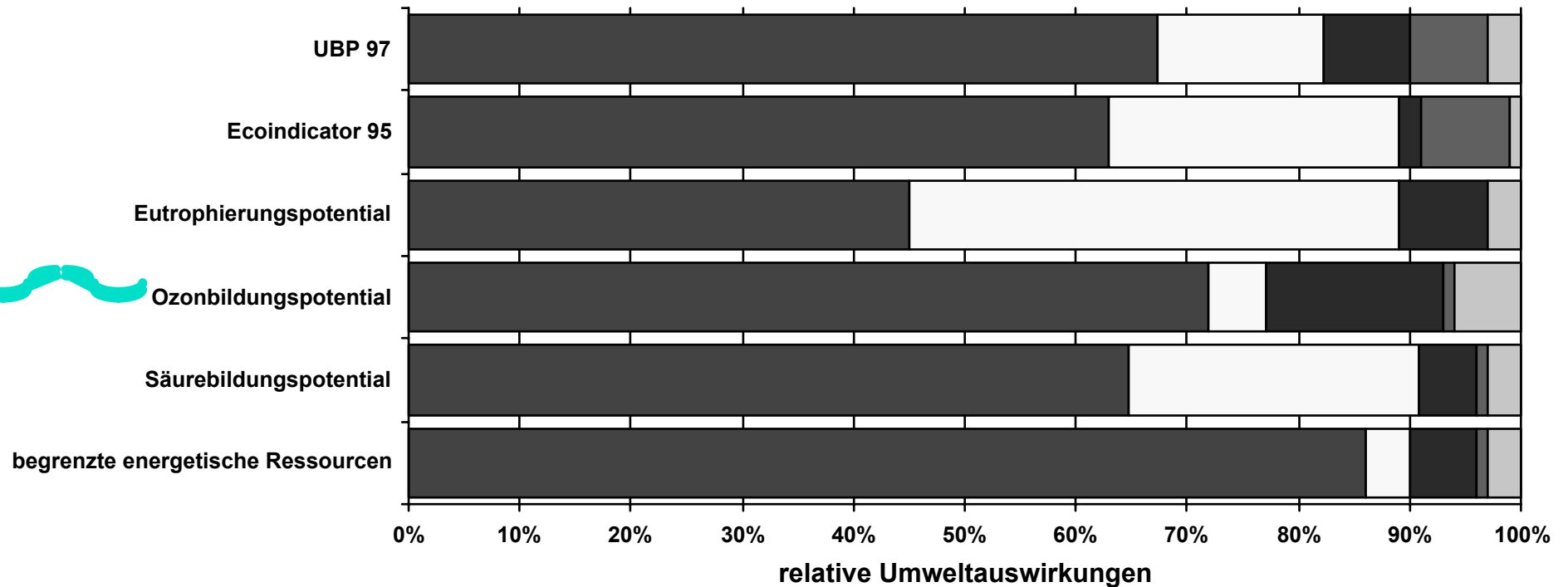




# EXPO



# Plattform Neuenburg: verzinkt



■ Stahl niedriglegiert

■ Tischlerplatten

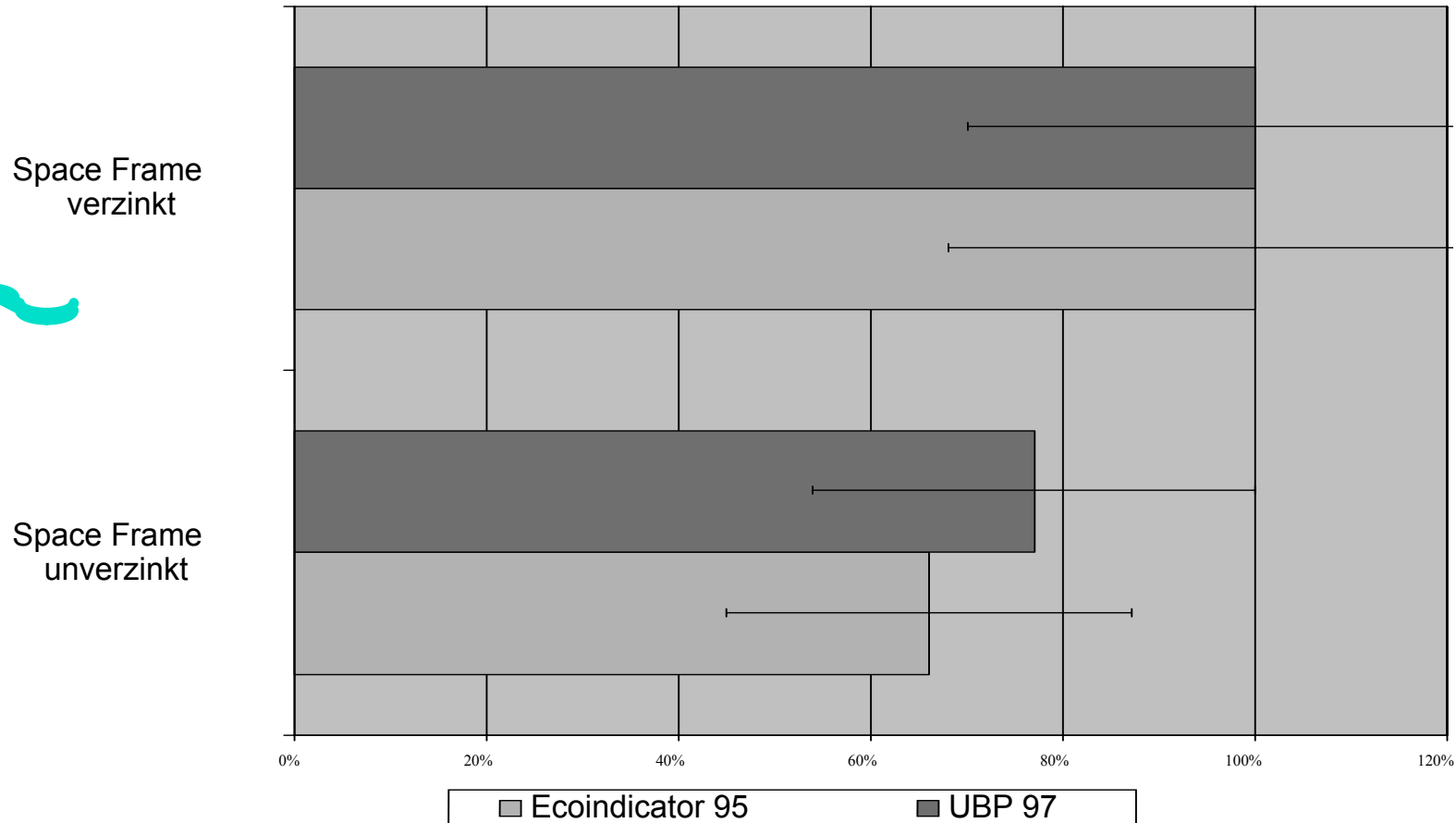
□ Transport Stahl für Expo

□ Bandverzinkung

■ Holzschutzmittel CKB (Cr, Cu, B Verbindungen)

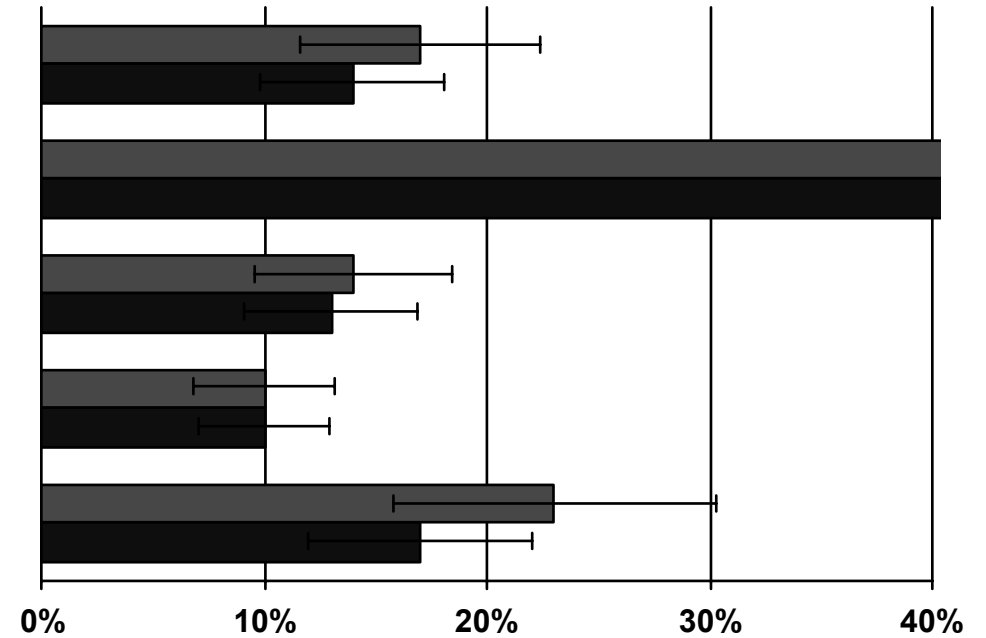
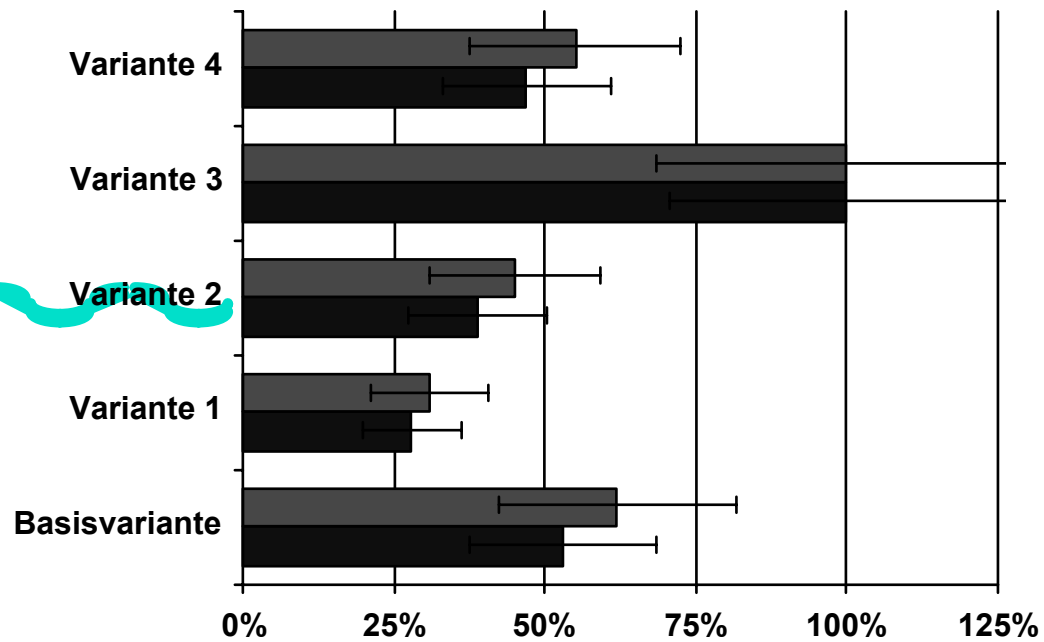
■ Transport Holz für Expo

## Vergleich zwischen einem Space Frame mit verzinkter Oberfläche und einem ohne Verzinkung



Plattform Neuenburg ohne Precycling

Plattformen: Neuenburg mit Precycling

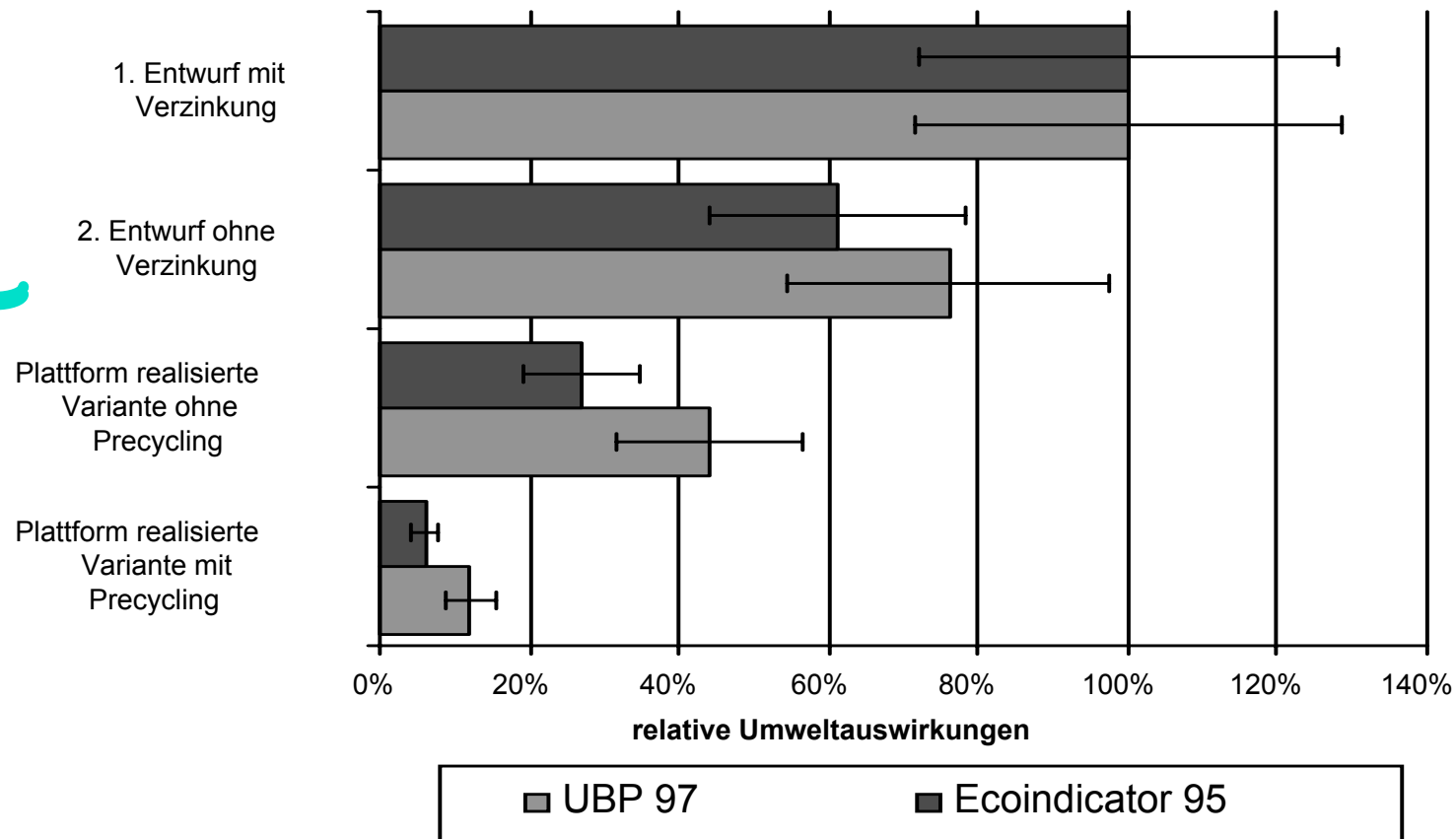


relative Umweltauswirkungen

■ UBP 97

■ Ecoindicator 95

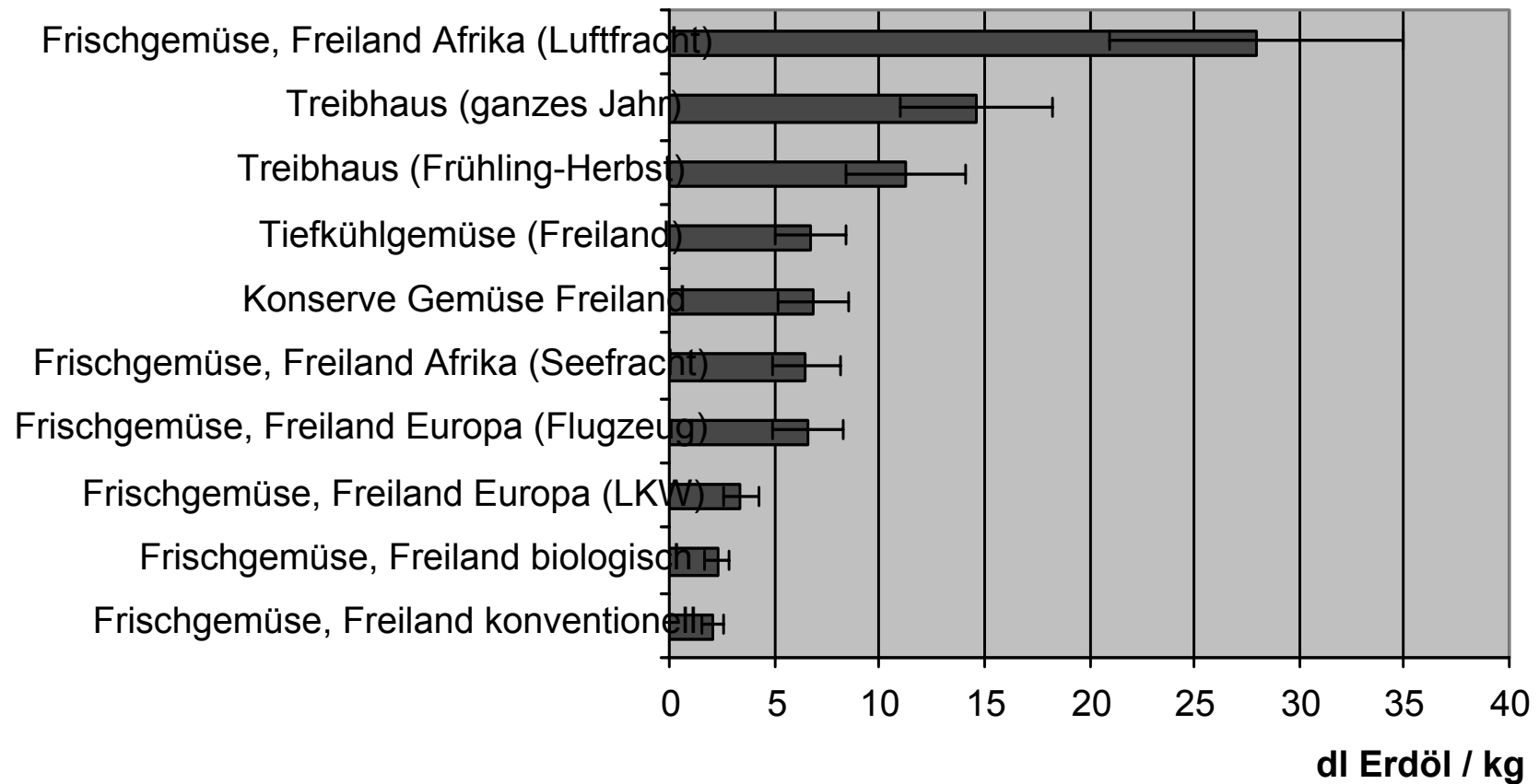
# Entwicklung der Umweltauswirkungen der Plattformen im Laufe der Planung



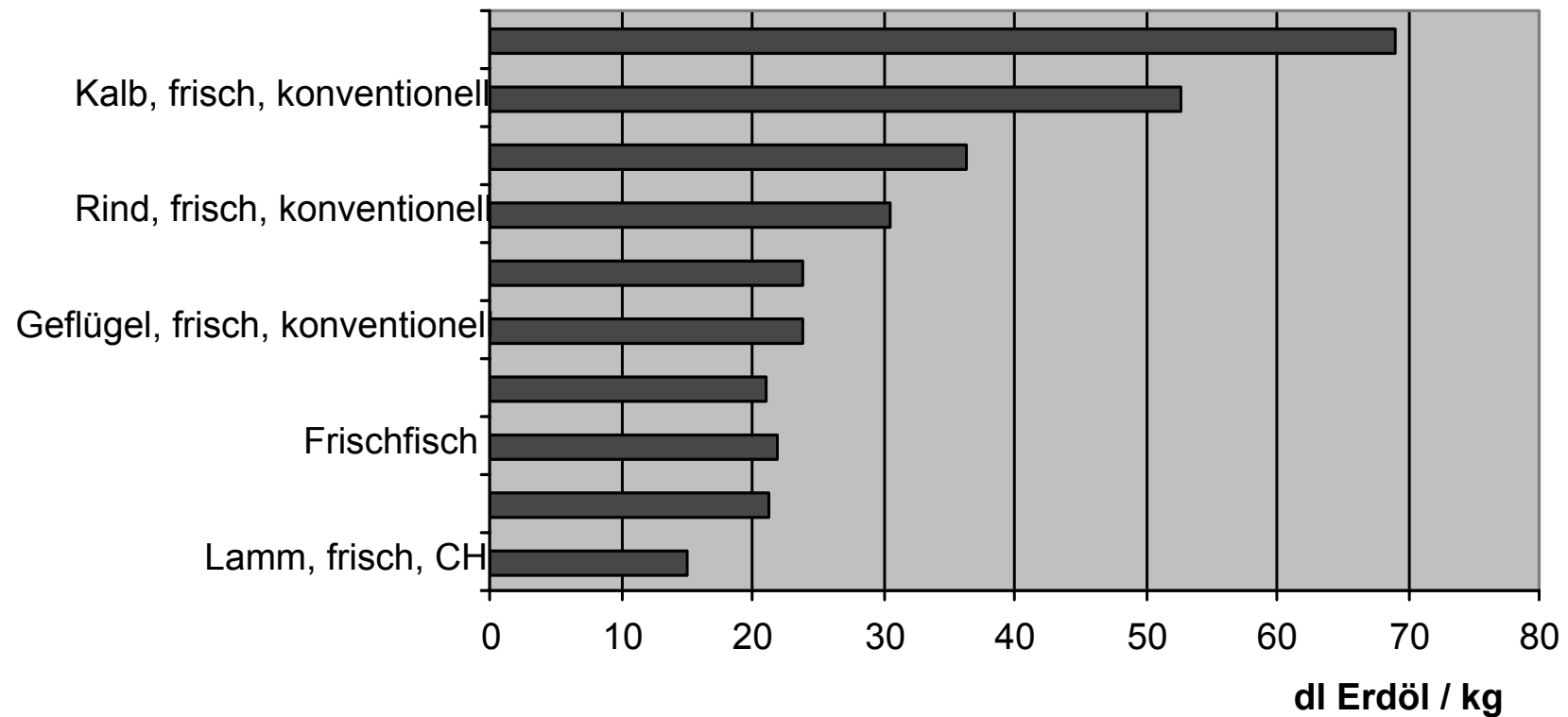
# Geschirr und Nahrungsmittel



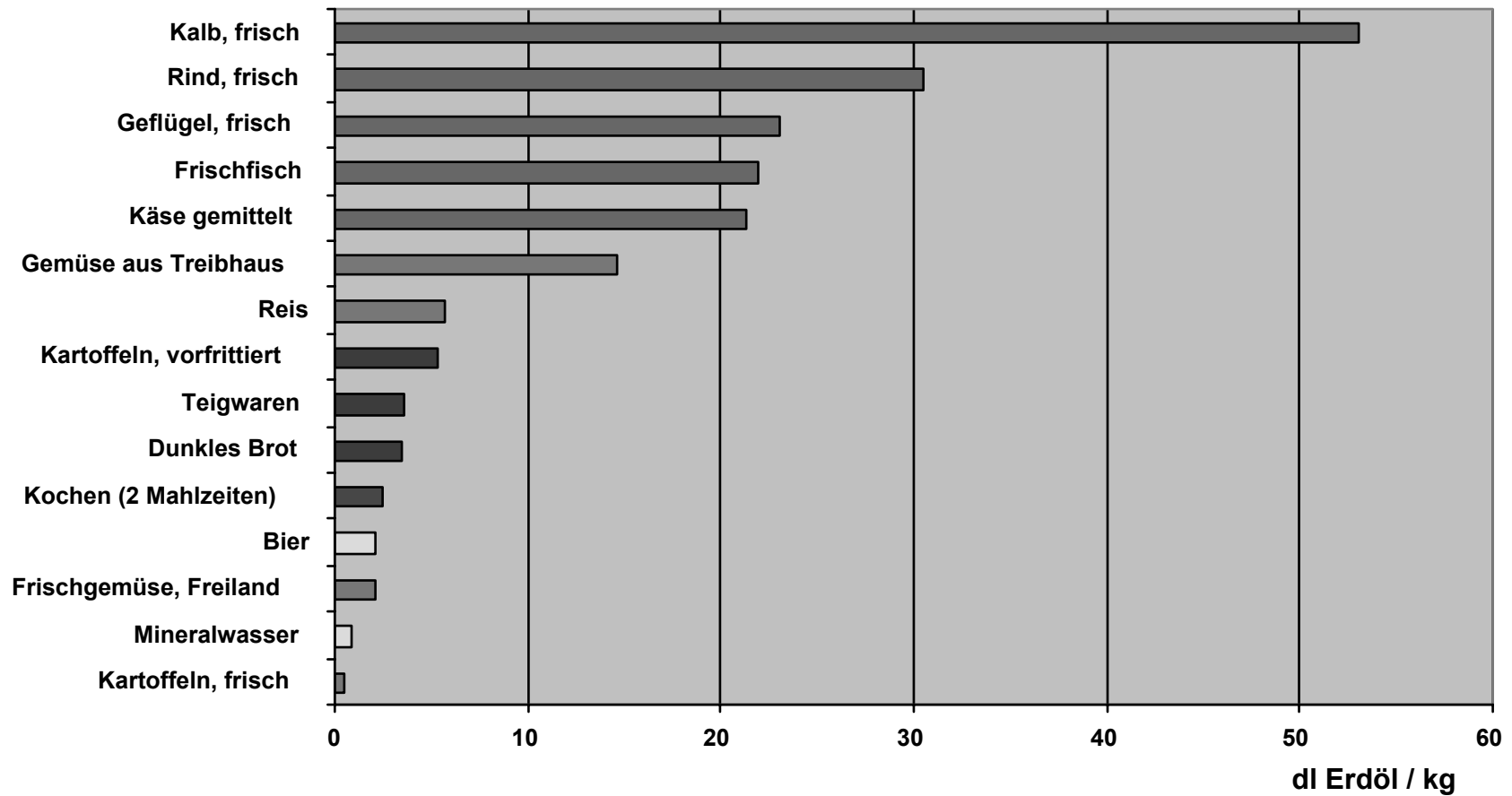
## Energiebedarf von Gemüse



## Energiebedarf von Fleisch, Fisch, Käs



## Energiebedarf der Lebensmittelbereitstellung



## Umweltauswirkungen verschiedener Geschirrtypen

