

# Life Cycle Assessment und die Grenzen des Wissens

1 TU Darmstadt, Institut IWAR, Fachgebiet Industrielle Stoffkreisläufe  
2 KIT, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse,

<sup>1</sup>Y. Shayeghi, <sup>1,2</sup> L. Schebek



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



---

# Forschungsfrage: Grenzen des Wissens



---

## Unsicherheiten und Wissensgrenzen im Rahmen des LCA:

- Unsicherheiten in Bezug auf die Datenqualität und Modellierung
- Wissenschaftliche Erkenntnisse und Grenzen werden geringfügig hinterfragt

➔ Es wäre ggf. ein Mehrwert für die Entscheidungsfindung wenn LCA auch die Grenzen des Wissens und ihre Bedeutung reflektiert

➤ **Unsicherheit: Wie akkurat wissen wir etwas?**

➤ **Grenzen des Wissens: Sind uns die nicht bekannten Informationen bekannt?**

# Das Fallbeispiel Biokraftstoffe

- Biokraftstoffe werden seit dem 2. IPCC Assessment Report als Option zur Verringerung des THG-Potentials diskutiert.
- LCA berücksichtigt den Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion, aber rechnet der Biokraftstoffproduktion einen generell positiven Beitrag zum Klimaschutz zu
- Aktuelle Studien gehen in anbetracht von Landnutzungsänderungen von einem negativen Effekt zum Klimawandel aus
- Die Erforschung von LUC im Rahmen des LCA hat zu einer kontroversen Diskussion in Bezug auf Methoden und der Datenverfügbarkeit geführt



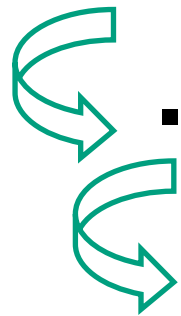
# Einbettung in den Interdisziplinären Forschungskontext



# Thematischer Fokus: Biokraftstoffe und der Klimawandel

## Wissensbasis:

- **Biokraftstoffe**

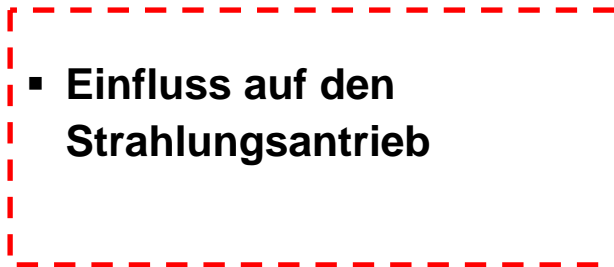


- **Wirkungskategorie: GWP**

- **Beitrag durch Landnutzungsänderungen**

- **Fläche und Flächentyp**

- **Einfluss auf den Strahlungsantrieb**



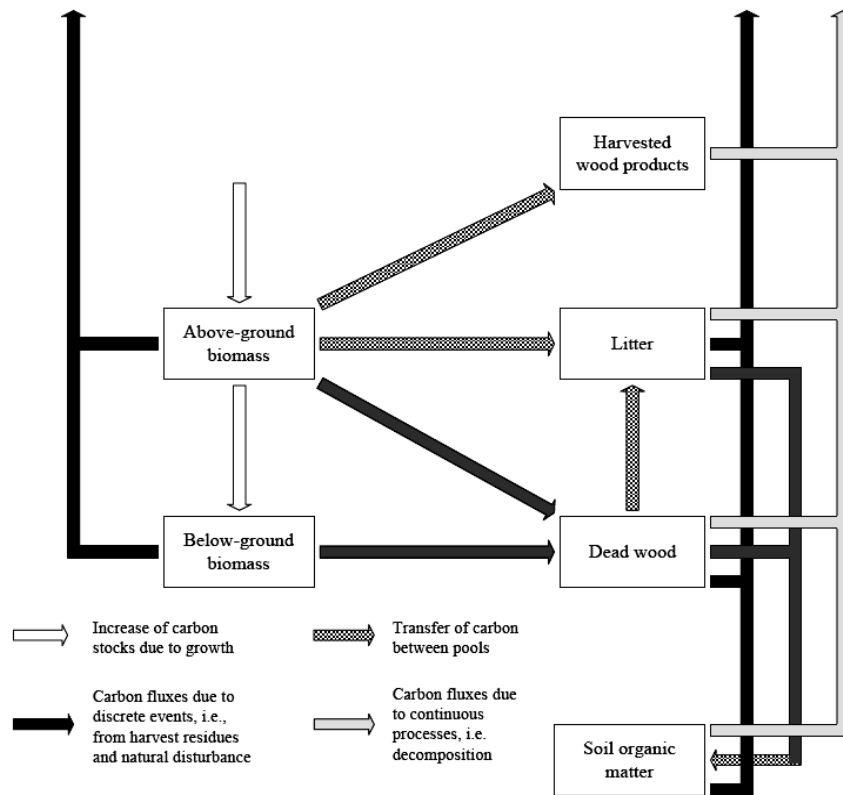
- **C-Fluss Land – Atmosphäre**

→ Vegetation

→ Boden

- **Einfluss auf Landbedeckung**

# Kohlenstofffluss Land- Atmosphäre



IPCC, 2006

Climsoil, 2008

## C-Transfer Vegetation zur Atmosphäre:

- Transfer von Kohlenstoff durch Dekomposition

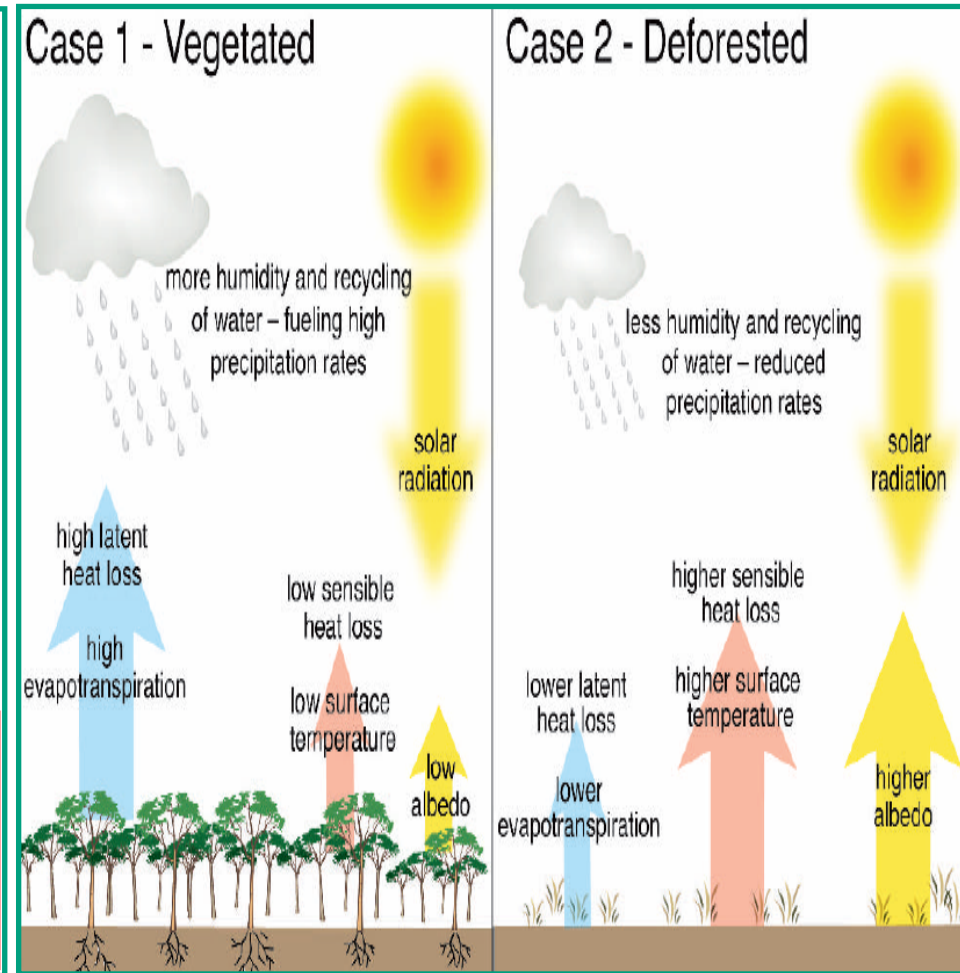
## C-Transfer Boden zur Atmosphäre:

- Bodenrespiration
- Hydrologisch bedingter Kohlenstoffaustrag
- Erosion

# Landbedeckungsänderungen und Strahlungsantrieb

- Landbedeckungsänderungen haben einen lokalen Einfluss auf das Klima aber nicht auf globaler Ebene
- Unsicherheiten: Kartierung und Charakterisierung der Vegetation, Parametrisierung, Klimavariablen in Modellen
- Ein Paradigmenwechsel

*„Traditionally, discussions of climatic change have focused on how such changes will affect ecosystems. Recent work suggests that changes in ecosystems can, in turn, affect climate“*



---

# Forschungsgegenstand und Forschungsfrage

---



**Forschungsgegenstand: Erforschung von „Knowledge-gaps“ und ihrer Repräsentation in ausgewählter Literatur bezüglich:**

- Kohlenstoffflüsse Land-Atmosphäre
- Landbedeckungsänderungen

**Forschungsfrage:**

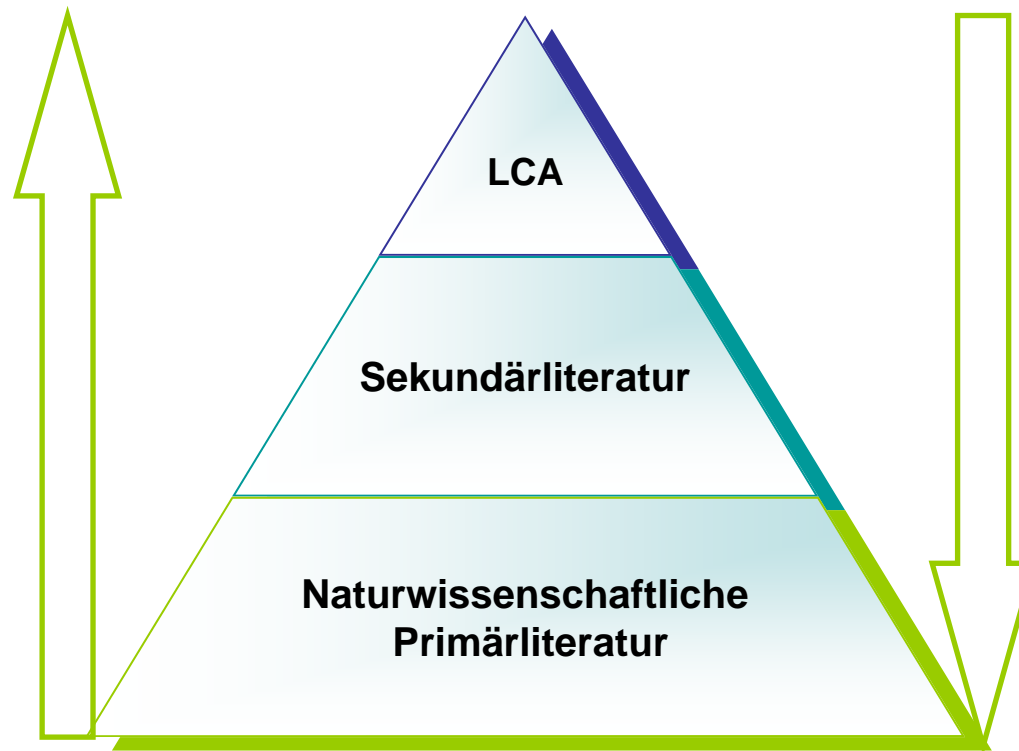
- Wissenslücken in der Literatur?
- Die eigene Interpretation des Autors?
- Art der Wahrnehmung von Wissenslücken in unterschiedlichen Literaturkategorien?
- Mehrwert für LCA wenn Wissenslücken thematisiert würden?



# Konzeptionelle Ausarbeitung: Untersuchung der Wissensgrenzen

Informationsfluss

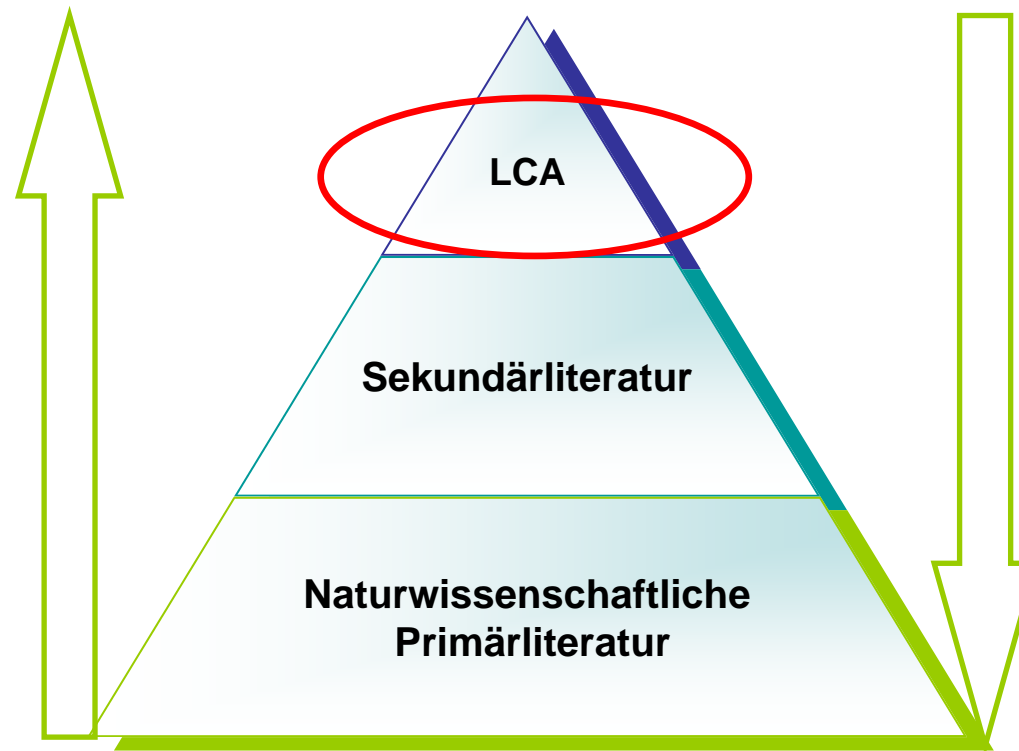
Evaluation der Literatur



# Ergebnisse der Literaturevaluation (I)

Informationsfluss

Evaluation von Literatur



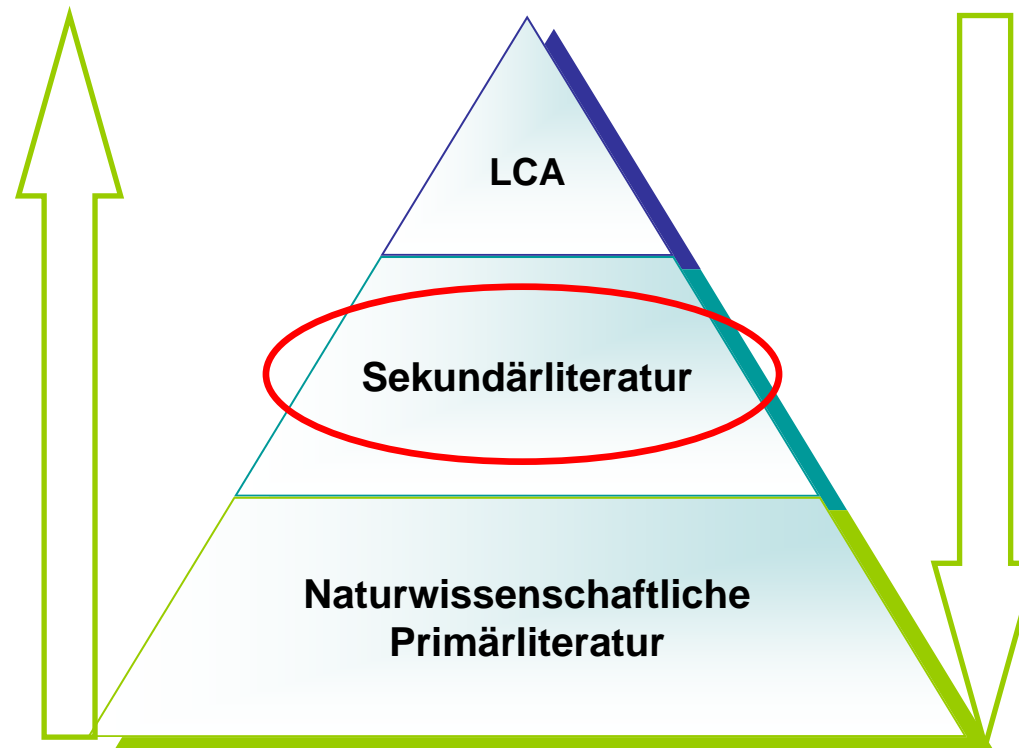
# Evaluation der Kategorie LCA

Literatur Thema	SEARCHINGER 2008		BIOFUELS-LCA Ch. 5 2008		ECOINVENT 2007	
	Issue addressed	Comments	Issue addressed	Comments	Issue addressed	Comments
Carbon in Vegetation	(√)	Assumption: 25 % of soil carbon and 100% of carbon in plants is lost through deforestation	---	Only one third of the reviewed studies referred to LUC and calculated carbon stocks	(√)	20% of above ground carbon is burned
Carbon in Soil	(√)		---			
Land Cover Change	---	---	---	---	---	---
Author's Comments on Limits of Knowledge	----	---	√	Land use change GHG contribution transparent and disaggregated than the rest of lca	(√)	Uncertainty of the flow „carbon dioxide, land transformaiton“ estimated very high

# Ergebnisse der Literaturevaluation (II)

Informationsfluss

Evaluation von Literatur



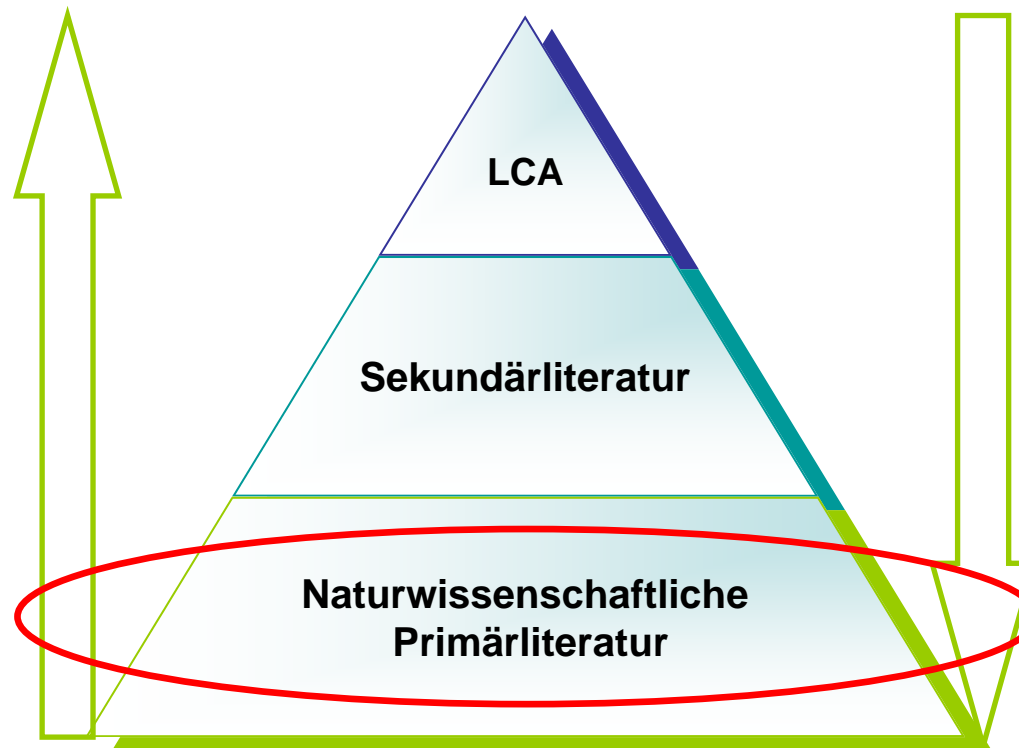
# Evaluation der Kategorie Sekundärliteratur

Literature Topic	CLIMSOIL 2008		BIOFUELS-GHG-Emissions 2008		IPCC 2003, 2006, 2007	
	Issue addressed	Comments	Issue addressed	Comments	Issue addressed	Comments
Carbon in Vegetation	(√)	Terrestrial carbon pools and fluxes of EU 27 methods and data	---	9 scenarios with different carbon stock data from primary literature	√	Global terrestrial carbon pools and fluxes methods and data
Carbon in Soil	√		√		√	
Land Cover Change	---	---	---	---	√	Radiative forcing due to LUC
Author's Comments on Limits of Knowledge	√	Monitoring is like the tower of babel	√	Large uncertainty in the amount of carbon emissions for some of the pools	√	Various ranges and sources of uncertainty mentioned

# Ergebnisse der Literaturevaluation (II)

Informationsfluss

Evaluation von Literatur



# Identifizierung von bedeutender Primärliteratur in Sekundär - und LCA - Literatur



Topic	IPCC	CLIMSOIL	BIOFUELS	ECOINVENT	Searchinger
<b>Carbon in soil</b>	Falloon 203 Ogle et al. 2005 Smith et al. 2001	<b>IPCC AR4 2007</b> <b>EEA 2003</b> Stolvoboy 2007	Hooijer et al. 2006 <b>Bringezu 2008b, 2009</b> Mokany et al. 2007	Bösch et al. 2007 Jungbluth et al. 2007 <b>Zah et al. 2007</b> <b>IPCC 2001</b>	Guo, 2002 Murty, 2002
<b>Land Cover Change</b>	Chuluun 1999 Furby 2002 Powers 2004	CORINE LUCAS	No data	Bossard et al. 2000	---
<b>Land Use Change</b>	Watson and Pennmann 2003	Schimel et al. 2005 <b>IPCC 2001</b> Guo and Gifford 2002 <b>IPCC GPG 2003</b>	Koellner and Scholz 2008	<b>IPCC 2001</b> Jungbluth 2007	Fargione, 2008 GREET

# Ergebnisse der Darstellung von „nicht - wissen“ in der Literatur



## Life Cycle Assessment:

Wissenslücken werden dargestellt als:

- Eine allgemeine „Wahrnehmung der Unsicherheit“
- Die Notwendigkeit zur transparenten Darstellung und Dokumentation
- Unsicherheit als Substitut für „nicht - wissen“

## Sekundärliteratur

- Spiegelt „nicht – wissen“ durch Aggregation aus verschiedenen Publikationen

## Primärliteratur

- Enthält Wissenslücken in Bezug auf z. B. experimentelle Methoden

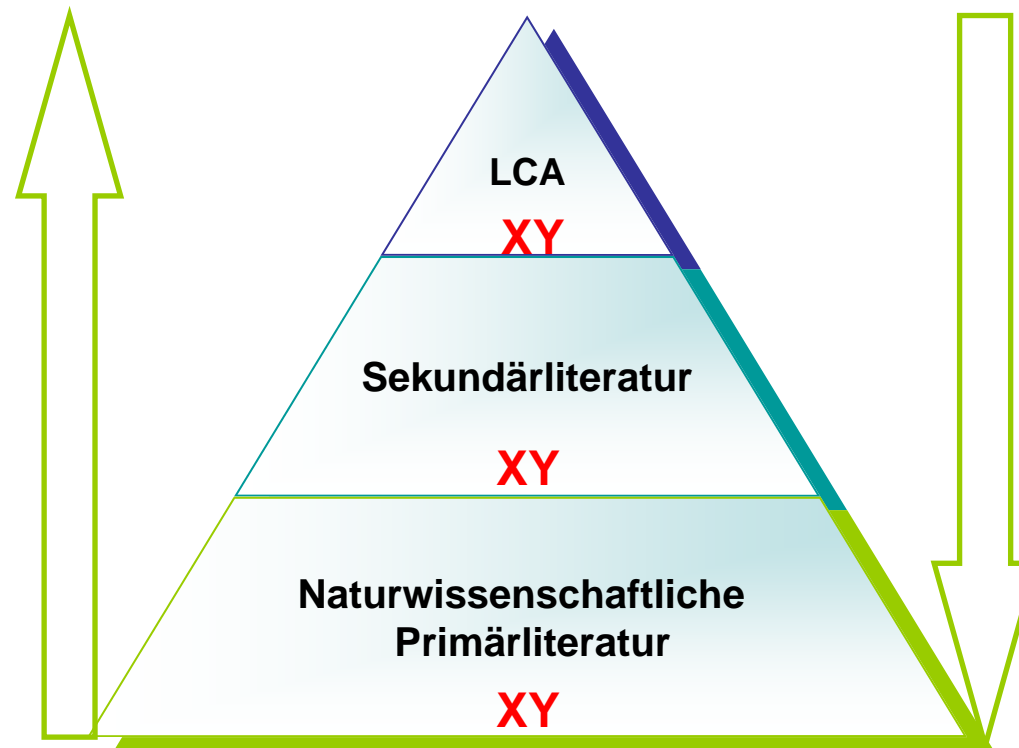
⇒ Die Gesamtheit der den Daten und derer Lücken zugrunde liegende Komplexität wird nicht dem Anwender des LCA transportiert



# „Vererbung“ von Daten und „Evolution“ des Wissens

Informationsfluss

Evaluation von Literatur



# „Vererbung“ von Daten und „Evolution“ des Wissens

Searchinger, 2008



Guo & Gifford, 2002 and Murty 2002



Mann 1986, Davidson & Ackermann 1993 *etc.*

# Searchinger 2008: Vergleich der C-Verluste



## Searchinger 2008:

„Greenhouse emissions will depend on the type of lands converted...we assumed that conversion emits **25 % of the carbon in soils** (Guo 2002, Murty, 2002).“

### ⇒ Guo, 2002:

„Soil C stocks significantly declined after the conversion from

- Forest to plantation (- 13 %)
- Forest to crop (- 42 %)“

### ⇒ Murty, 2002:

„Conversion of forest to cultivated land led to an average

- loss of approximately **30 %** of soil C
- After correction for changes of bulk density, soil C was **22 %**“

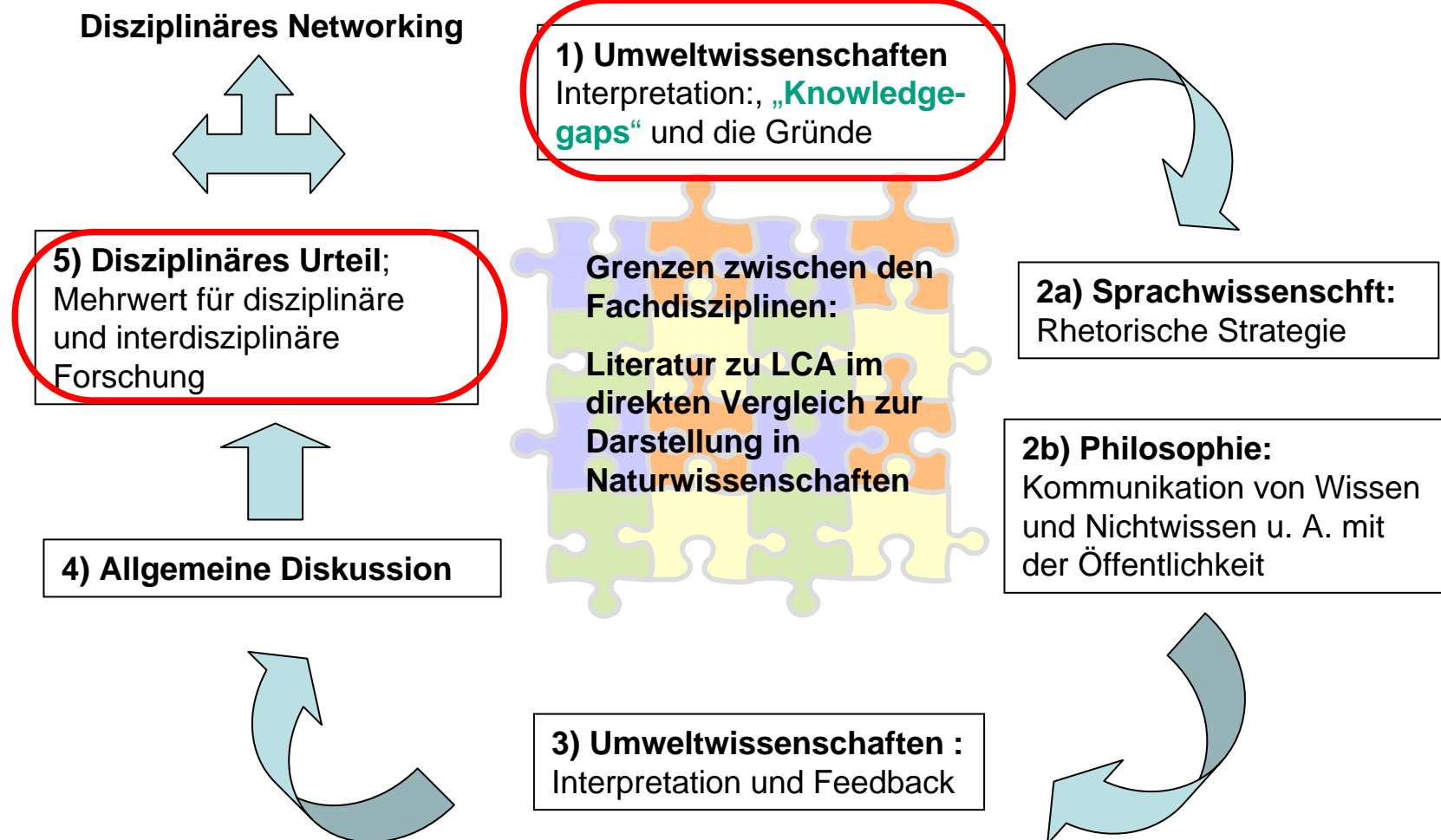
# Schlussfolgerungen

- Es sind Information zu einzelnen Aspekten erhältlich
- Unsicherheiten sowie Standardabweichungen werden angegeben
- Positiver erster Eindruck → „known unknowns“
- Literaturrecherche: Tendenziell größere Bandbreite an Unsicherheiten in der Primärliteratur
- Zitationskette mit z. T. widersprüchlichen Aussagen und diffuser Informationsbasis
- Vernachlässigung mancher Aspekte wie z. B. der Strahlungsantrieb
- Die Information wirkt wie ein „Flickenteppich“
- Die Information ist nach einem „snapshot“ Schema dargestellt
- Grauzone zwischen Unsicherheit und Wissenslücken

⇒ Die Frage nach einer adäquaten Lösung zur Aggregation von Information zur Entscheidungsfindung und der zeitgleichen Darstellung der Komplexität ist nicht beantwortet

⇒ Grund: Komplexität des Sachverhalts und mangelnder Überblick über das Portfolio an Informationen und der „unknown unknowns“

# Ausblick des Interdisziplinären Projekts



# Literature

- 
- **BioFuels, SCOPE: *Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*, 2008.**
  - **CLIMSOIL, *REVIEW OF EXISTING INFORMATION ON THE INTERRELATIONS BETWEEN SOIL AND CLIMATE CHANGE*, 2008.**
  - **Ecoinvent, Swiss Centre for Life Cycle Inventory, 2007**
  - **Guo and Gifford, *Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis*, Global Change Biology Vol 8, 345-360, 2002**
  - **Murty, *Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature*, Global Change Biology Vol 8, 105-123, 2002**
  - **Searchinger, *Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change*, Science, Vol 319, 2008.**
  - **IPCC, *Third Assessment Report: Climate Change (TAR)*, 2001**
  - **IPCC, *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*, 2003.**
  - **IPCC, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 4, 2006.**
  - **IPCC, *Fourth Assessment Report: Climate Change (AR4), Working Group I Report "The Physical Science Basis"*, 2007.**