

Life Cycle Assessment und die Grenzen des Wissens

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

¹Y. Shayeghi, ^{1,2} 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**

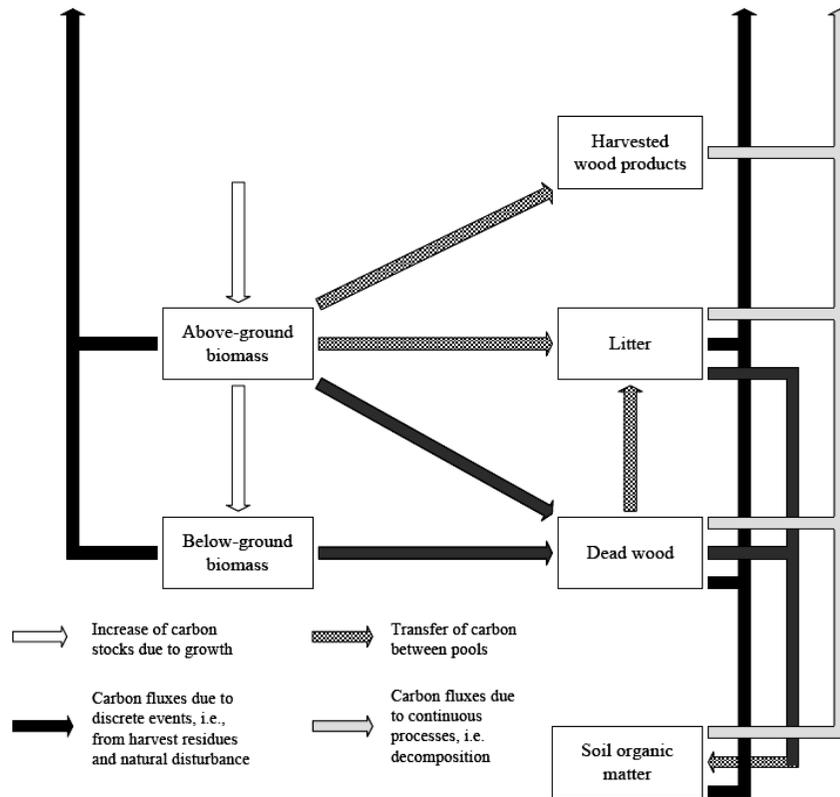
- **C-Fluss Land – Atmosphäre**

- Vegetation

- Boden

- **Einfluss auf Landbedeckung**

Kohlenstofffluss Land- Atmosphäre



C-Transfer Vegetation zur Atmosphäre:

- Transfer von Kohlenstoff durch Dekomposition

C-Transfer Boden zur Atmosphäre:

- Bodenrespiration
- Hydrologisch bedingter Kohlenstoffaustrag
- Erosion

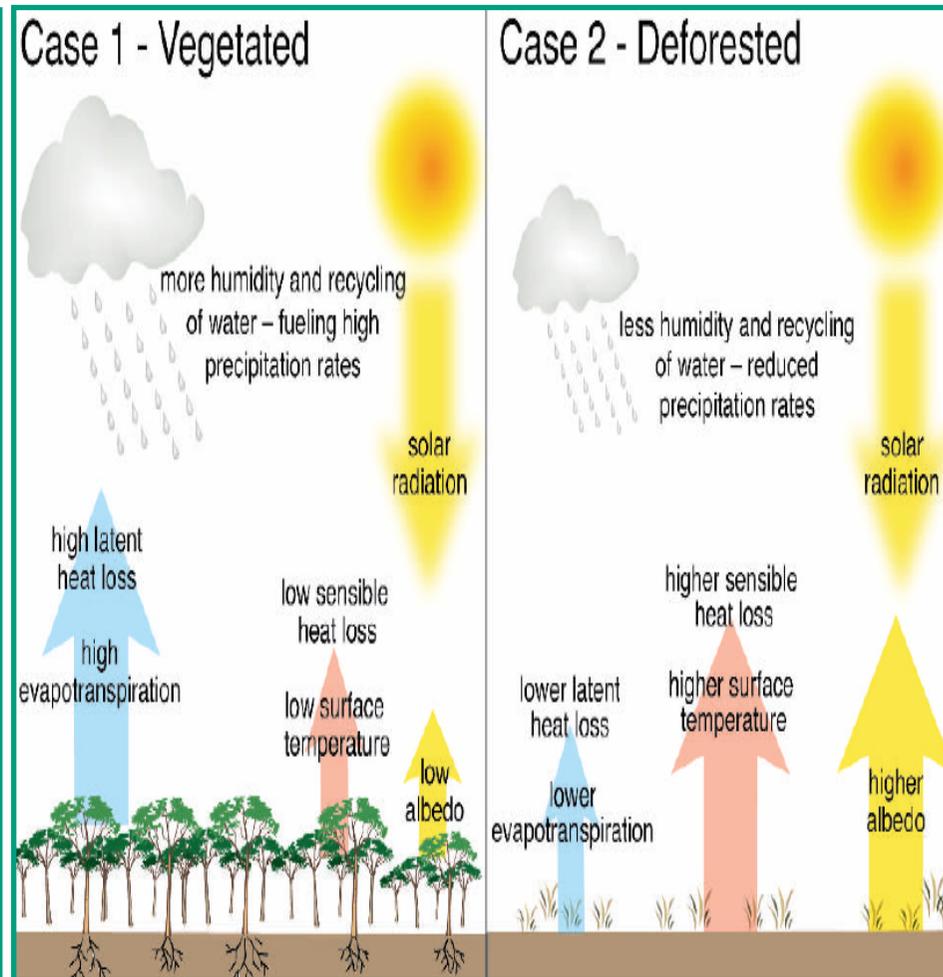
IPCC, 2006

Climsoil, 2008

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

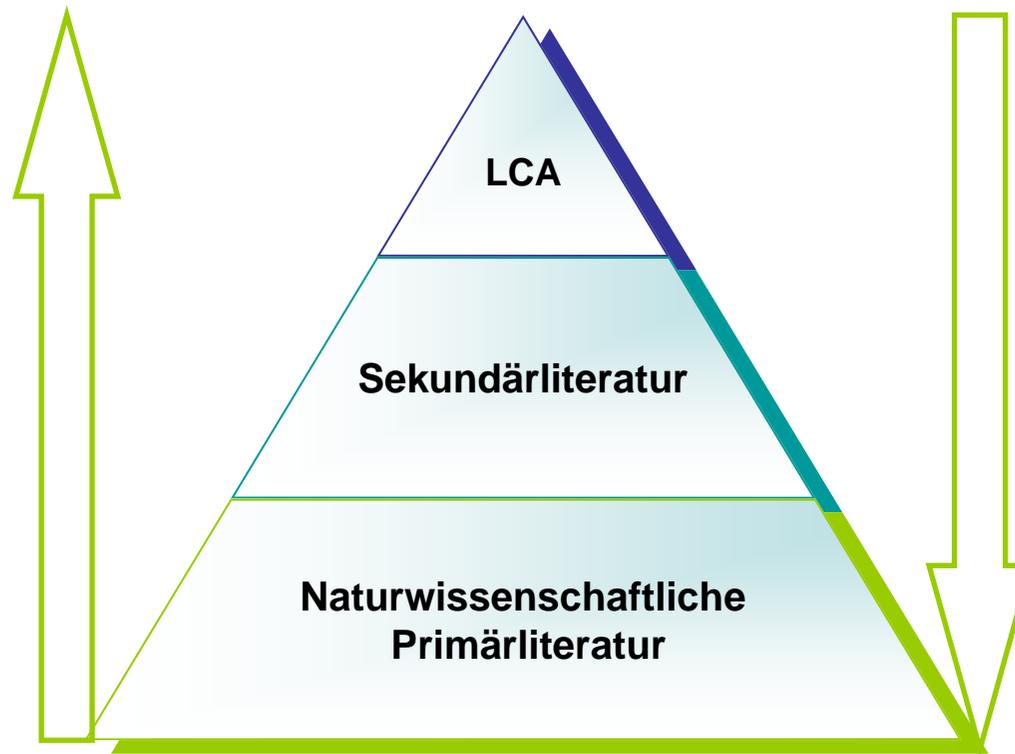
Forschungsfrage:

- 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

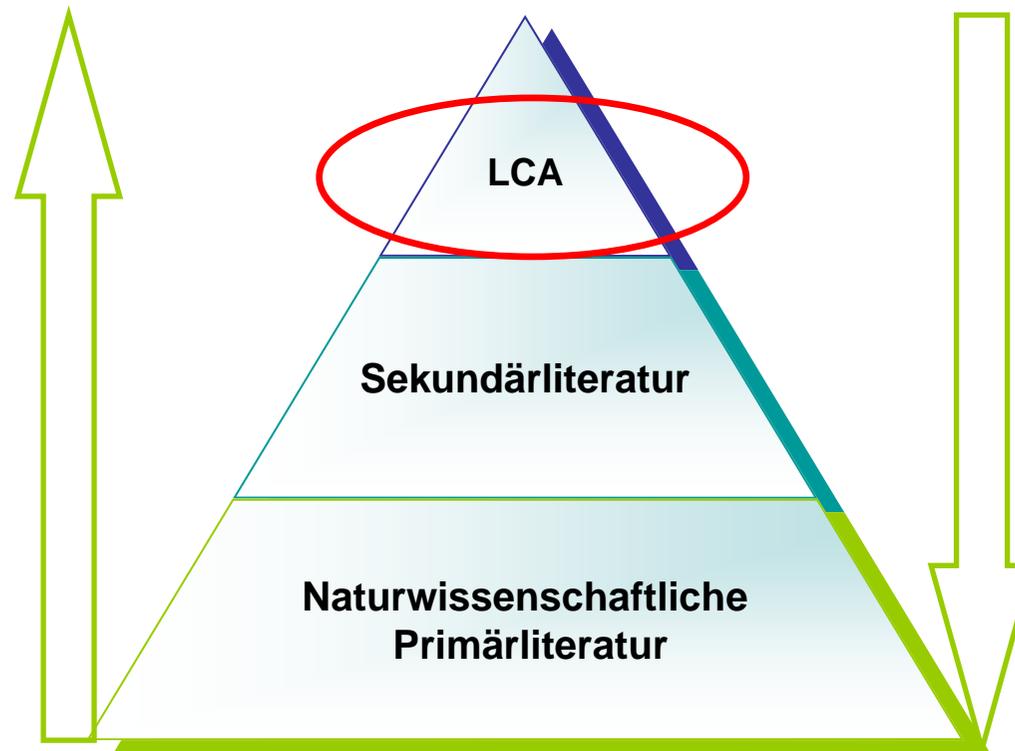
Evaluation der Literatur



Ergebnisse der Literaturevaluation (I)

Informationsfluss

Evaluation von Literatur



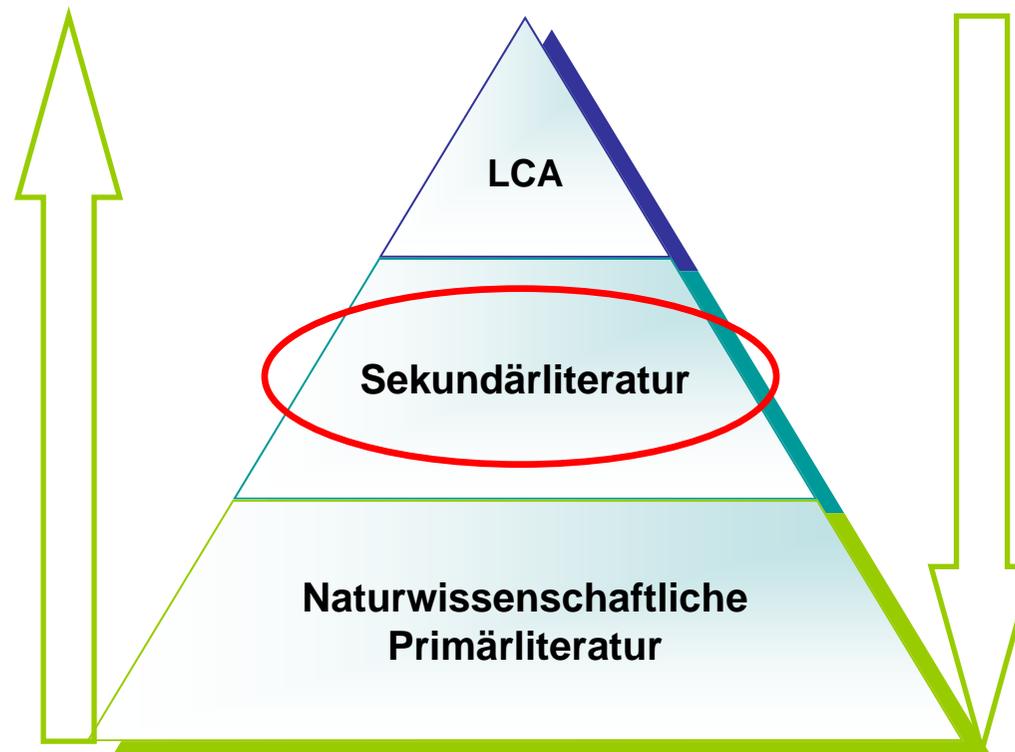
Evaluation der Kategorie LCA

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



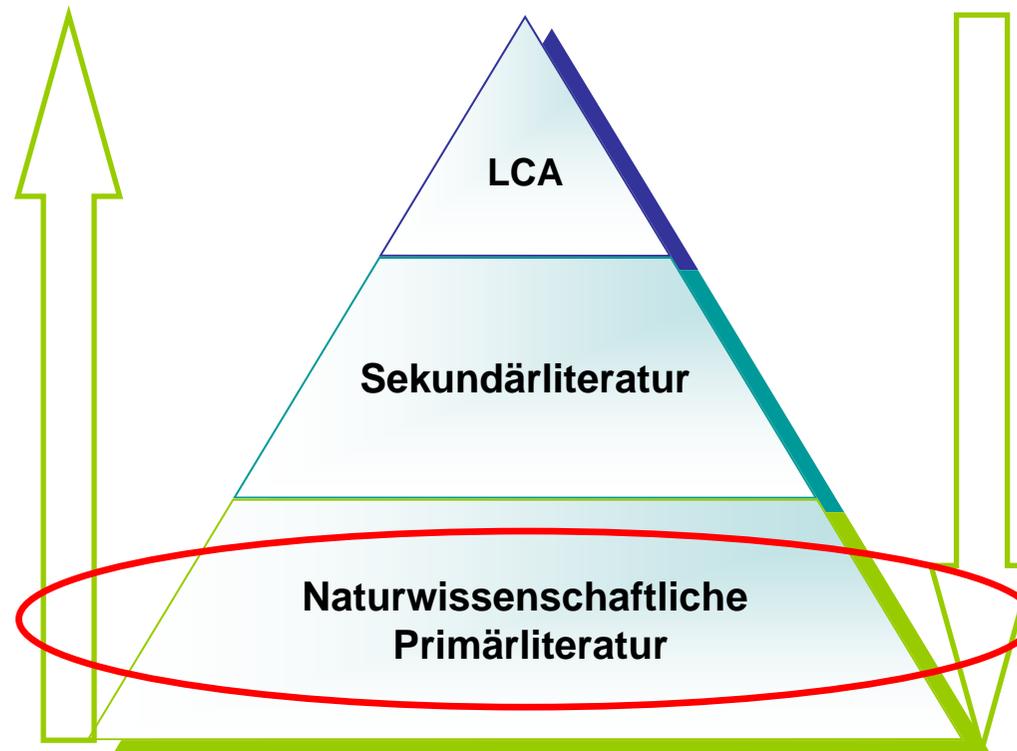
Evaluation der Kategorie Sekundärliteratur

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

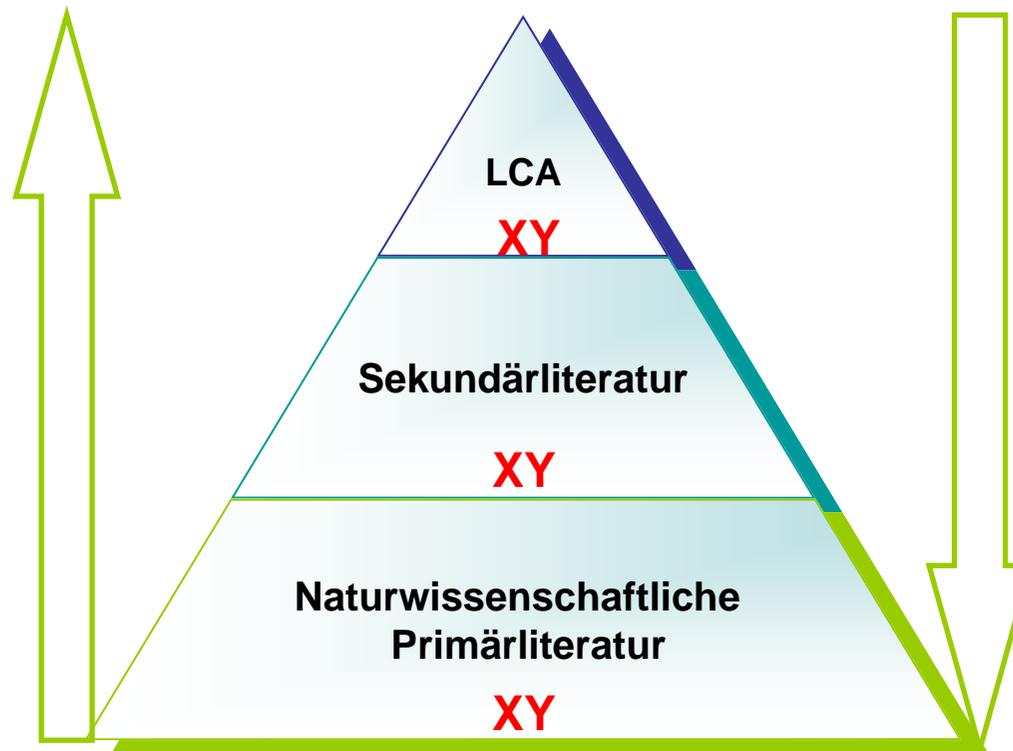
- Enthält Wissenslücken in Bezug auf z. B. experimentelle Methoden

⇒ 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.**