

**Meta-Analyse von  
22 Ökobilanzstudien  
zu Getränkeverpackungen:  
Äpfel-Birnen-Vergleich oder  
aufschlussreicher Rückblick?**

Beitrag zur Ökobilanzwerkstatt 2010  
Eva von Falkenstein (IFEU Heidelberg)

**Einleitung**

**Untersuchte Ökobilanzen**

**Ergebnisanalyse**

**Fazit**

**Fragen, Kommentare, Diskussion...**

## Einleitung

- Hintergrund, Ziele, Auftraggeber
- Leitfragen, besondere Herausforderungen

## Hintergrund

- Zahlreiche Ökobilanzen existieren zu Lebensmittel- und Getränkeverpackungen.
- Immer wieder werden neue Studien beauftragt und durchgeführt.

➔ Wie könnte eine (sinnvolle und robuste) Auswertung aussehen?

## Ziele der Meta-Analyse

- a) strukturierter Überblick über Ökobilanzen zu Getränkekartons und alternativen Verpackungen erarbeitet
- b) Untersuchung, ob diese Studien allgemeine Schlüsse über das relative Abschneiden der Kartons zulassen

## Auftraggeber

ACE (Alliance for Beverage Cartons & the Environment) und WWF (World Wide Fund for Nature)

## Leitfragen der Meta-Analyse

- 1) Lassen sich aus den existierenden Ökobilanz-Studien **allgemeine Schlüsse über das relative Abschneiden der Kartons** (im Sinne von Stärken und Schwächen) ziehen?
- 2) Wenn sich **übergeordneten Ergebnistrends** abzeichnen bezüglich des Abschneidens von Getränkekartons gegenüber anderen Verpackungssystemen: Was lässt sich über deren Gültigkeit sagen?

## Besondere Herausforderungen

- Große Anzahl an Studien ↔ begrenzter Projektrahmen
- Gegenüberstellung versch. „fallspezifischer“ ÖBs ↔ schiefer Vergleich
- „Wissenschaftlichkeit“ ↔ Verallgemeinerung
- Transparenz ↔ vertrauliches Material
- Auftraggeber: spezifisches Interesse ↔ ÖBs: begrenzte Aussagen

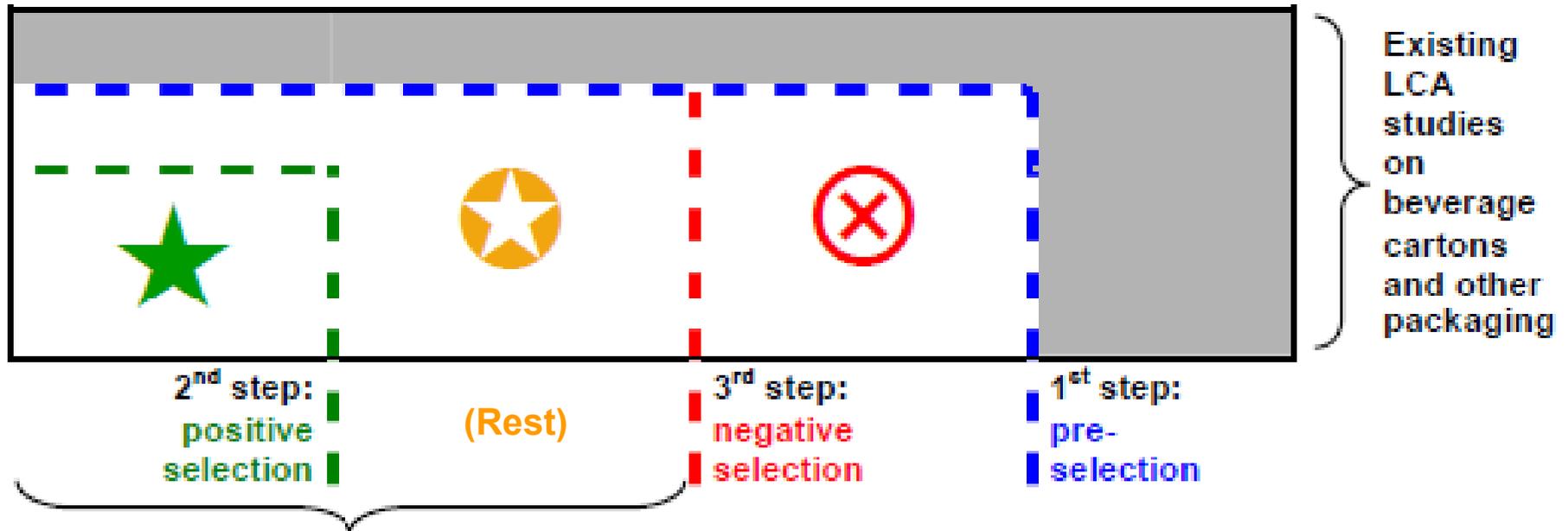
## Einleitung

## **Untersuchte Ökobilanzen**

- Auswahl und Kategorisierung
- strukturierter Überblick

# Untersuchte Ökobilanzen

## Auswahl & Kategorisierung – der Prozess



### LCA studies covered in meta analysis

- full LCA approach
- beverage carton covered
- comparative
- report available
- if confidential: commissioner's approval

## Auswahl & Kategorisierung – die Kriterien

**Core studies** – to be analysed in depth (key characteristics, results and key settings)



- peer-reviewed
- geographic scope within Europe
- undertaken in 2000 or more recently (finalisation year of ISO standard series 14040-14044)

**Excluded studies** – not to be analysed



- no beverage cartons examined (e.g. only food cartons)
- no LCA focus
- no final results / report available (yet) (e.g. study still ongoing or confidential)
- out-dated by a more recent study with the same background (goal & scope, authors, etc.)

**Basic studies** – to be analysed on a general level (key characteristics and results)



- likely to be relevant to the meta analysis but
- do not meet the strict criteria applied to core studies

## Steckbriefe

- jede Ökobilanz für sich („in die Tiefe“)
- : *General information, Goal & scope, Results*
- : zusätzlich *LCA methodology, Settings, Status*
- Ergebnisse: qualitativ (>>, >, ~)

## Key characteristics

- jeweils alle Ökobilanzen („in die Breite“)
- Allgemeine Aspekte, Verpackungssysteme & Füllgüter, Sachbilanz- und Wirkungskategorien

## Key settings

- jeweils nur  („extra Tiefe“)
- Parameter, die laut Erfahrung ergebnisbestimmend sein können

 **Originalangaben, ohne Interpretation!**

# Untersuchte Ökobilanzen – Überblick

## Steckbriefe

(Beispiel:  CE Delft 2005)

IFEU Meta analysis: LCA studies on beverage cartons and alternative packaging

### CE Delft 2005

General information	
Title	Milieuanalyse van de keten van drankenkartons (Environmental analysis of the lifecycle of beverage cartons)
Year / date	March 2005
Commissioned by	Stichting Hergebruik drankenkartons (Foundation for Recycling of Beverage Cartons, Netherlands)
Conducted by	CE, Delft
Language	Dutch
Peer review	None documented in report version analyzed for the meta analysis

Goal & scope		
Goal of the study	To clarify the environmental effects of waste treatment of BCs	
Target group	Commissioner, decision-makers in waste management (not explicitly stated)	
Geographic scope	Netherlands	
Fill goods	Beverages (milk, water, fruit drinks/juices)	
Packaging systems	- p. types	BC (septic and aseptic), HDPE, PET and glass bottles, aluminium and aluminium-steel cans
	- p. volumes	BCs: 1000 mL PET bottles: 1000 mL (single- and multi-use) HDPE: 2000 mL glass: 1000 mL (single- and multi-use) aluminium cans: 250 mL aluminium-steel cans: 330 mL
Functional unit	1 litre content	

Results & Conclusions (Authors of LCA study)	
All analysed packaging systems	Greenhouse effect [g CO <sub>2</sub> equivalents]: aluminium can ~ glass-su >> aluminium-steel can ~ glass-mu ~ PET-su ~ PET-mu > HDPE >> BC aseptic >> BC septic
Note: Presentation of all results in study in one overview, i.e. no differentiation of case groups	Final waste [g]: aluminium can >> aluminium-steel can >> BC aseptic >> glass-su >> glass-mu > BC septic > PET-su ~ PET-mu >> HDPE
Explanation of symbols: (Percentages refer to value for packaging with lower impact)	The environmental impact of a specific packaging type is >> : much higher (at least 50%) or > : slightly higher (approx. 10-50%) than another type, or - : within a similar range (approx. 10% lower to 10% higher).

# Untersuchte Ökobilanzen – Überblick

Key characteristics (Beispiel: Verpackungssysteme & Füllgüter)

Fill good	Water		Ice tea		Juice & Nectar		Ambient milk		
	≤500mL	>500mL	≤500mL	>500mL	≤500mL	>500mL	≤500mL	>500mL	
★									
IFEU 2006a				□ ○	□ ○	□ ○			
BIO IS 2008					□ ○	□ ○ ●		□ ●	
IFEU 2008					□ ○	□ ○		□ ○ ●	
IFEU 2004					□ ●	□ ●			
Ecosens 2007						□ ○		□ ●	
Prognos et al. 2000 <sup>2</sup>		□ ○ ● *				□ ●			
Prognos et al. 2002	○ ● *	○ ●				□ **			
★									
Franklin 2006									
RDC & Coopers 1997 <sup>1</sup>						□ ○ ● ● ○ ● <sup>1</sup> (≤500 mL)			
						□ ○ ● ● ○ ● <sup>1</sup> (>500 mL)			
CE Data 2005 <sup>2</sup>		□ ○ ●			● ***	□ ○ ●			

# Untersuchte Ökobilanzen – Überblick

Key characteristics (Beispiel: Sachbilanz- und Wirkungskategorien)

	Environmental Impact Indicators												Inventory level category		
	Resource related Impact Indicators				Emission related Impact Indicators										
	ER	AR	WC	LU	CC	SS	WS	AC	EU	OD	ET	HT	CE	WA	TR
★															
IFEU 2006a	•			•	•	•		•	•				•		
BIO IS 2008	•				•	•		•	•	•	•	•	•		
IFEU 2008	•			•	•	•		•	•			•	•		•
IFEU 2004	•			•	•	•		•	•						
Ecosens 2007	•			•	•			•	•						
Prognos et al. 2000	•			•	•	•		•	•						
Prognos et al. 2002	•			•	•	•		•	•						
☆															
Franklin 2006					•								•		
RDC & Coopers 1997	•				•	•		•	•	•	•	•		•	
GE Delft 2005					•									•	
CE Delft 2005					•									•	

# Untersuchte Ökobilanzen – Überblick

Key settings (Beispiel: End of life & Recyclingraten)

	Landfilling				Incineration				Recycling			
	BC	bottles			BC	bottles			BC	bottles		
		PET	HDPE	glass		PET	HDPE	glass		PET	HDPE	glass
IFEU 2006a	0	0			35 - 48	55 - 100			52 - 65	0 - 45		
BIO IS 2008	34	25	25	14	35	24	24	14	31	51	51	72
IFEU 2008	51	62	50		14	10	12		34	28	37	
IFEU 2004	~19			~19	~16			~16	65			?
Ecosens 2007	0	0	0		100	?	?		0	72	50, 90*	
Prognos et al. 2000	64 (of residual waste)				35 (of residual waste)				58	63		40 - 60
Prognos et al. 2002	64 (of residual waste)				35 (of residual waste)				59, 64**			

\* sensitivity analysis

\*\* optimisation scenario

# Untersuchte Ökobilanzen – Überblick

Key settings (Beispiel: Open-loop-Recycling: Allokationsmodelle)

	0:100	50:50	100:0	Other
IFEU 2006a		●	sensitivity analysis	
BIO 18 2008			●	
IFEU 2008	sensitivity analysis	●	sensitivity analysis	
IFEU 2004	sensitivity analysis	●	sensitivity analysis	
Ecosens 2007				Economic approach based on market price of virgin material
Prognos et al. 2000				Material-specific: derived from market shares of virgin and recycled material
Prognos et al. 2002		●		Cut-off (sensitivity analysis)

Einleitung

Untersuchte Ökobilanzen

## **Ergebnisanalyse**

- Fokus auf relatives Abschneiden
- Fokus auf Ähnlichkeiten & Unterschiede
- Fokus auf belastbare Ergebnisse und Vergleiche
- Interpretation

## Fokus auf relatives Abschneiden

Ratio	e.g. 1/3	1 <sup>st</sup> value (here "1"): ranking of BC among all packaging types" compared in case group, 1 = lowest environmental impact 2 <sup>nd</sup> value (here "3"): number of different packaging types" compared in respective case group
Colour code	Cream	BC shows (one of) the lowest environmental impact(s) of all packaging types" compared in the respective case group
	Orange	BC shows neither the lowest nor highest environmental impact, i.e. it lies between or is very close to those of other packaging types"
	Brown	BC shows (one of) the highest environmental impact(s) of all packaging types" compared in the respective case group
Example	1/3	BC shows the lowest environmental impact of three examined packaging types" (e.g. BC, PET bottle, glass bottle)

## Relatives Abschneiden des Getränkekartons (Darstellungsbeispiel)

Wine		Environmental impact indicators																	Inventory level categories											
		resource-related impact indicators						emission-related impact indicators																						
		Resource consumption				Land use		CC	SS	WS	AC	Eutrophication		OD	Odour	Ecotoxicity			Human toxicity		Primary Energy (CED)			Waste	Traffic					
		fossil	abiotic	non-renewable	water	forest	sealed	landfill					terrestrial	aquatic			aquatic	terrestrial	sedimentary	heavy metals	PM 10	carcinogenic risk	total	fossil	non-renewable	nuclear				
LCA study	Fill volume																													
Prognos et al. 2000**	750 - 1000 mL	1/3				3/3		1/3	1/3	2/3*		1/3	1/3	3/3																
Franklin 2008**	500 - 1000 mL								1/3														1/3							
	187 - 250 mL								1/3														1/3							

\* examined BC and one or more (variants of) alternative packaging types show equal/similar values (environmental impacts), see also study profile (Section D)

\*\* more than one variant analysed for certain packaging types (e.g. different single-use PET bottles), see also study profile (Section D)

➔ **„Case groups“ sind zentrales Element des Vergleichs!**

## Fokus auf Ähnlichkeiten & Unterschiede

### “Kondensierung” der Ergebnisse

- Ausschluss von Ergebnissen für Indikatoren/Wirkungskategorien, die für entsprechendes Füllgut von wenn <3 Studien betrachtet wurden
- Gruppierung von Indikatoren/Wirkungskategorien, die in versch. Studien alternativ verwendet werden, z.B. *Fossil energy resource consumption* und *CED total, non-renewable* und/oder *fossil*
- Füllgutkategorien, die in <3 Studien betrachtet wurden

## Fokus auf Ähnlichkeiten & Unterschiede

- BC has (one of) the lowest environmental impact(s) of all packaging types compared in the respective case group
- BC has neither the lowest nor highest environmental impact, i.e. it lies between or is very close to those of other packaging types
- BC has (one of) the highest environmental impact(s) of all packaging types compared in the respective case group

	Cream
	Orange
	Brown
<b>Quantification</b> 1 <sup>st</sup> value (here "3"): number of case groups ranking the BC in a similar way regarding its environmental impact (i.e. lowest, highest, or similar impact compared to other packaging types) 2 <sup>nd</sup> value, subscript (here "2"): number of studies ranking the BC in the same way for at least one case group	e.g. 3 <sub>2</sub>
<b>Example</b> BC is found to have the lowest environmental impact in 3 case groups (e.g. different fill volumes) examined by two studies	3 <sub>2</sub>

## Ähnlichkeiten & Unterschiede in Ergebnissen (Darstellungsbeispiel)

		Climate change			Acidification		
Mineral water		1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	-	-	1 <sub>1</sub>	-
Juice & nectar, Ice tea		17 <sub>12</sub>	1 <sub>1</sub>	-	14 <sub>2</sub>	2 <sub>2</sub>	1 <sub>1</sub>
Milk	- ambient	8 <sub>2</sub>	-	-	8 <sub>2</sub>	-	-
	- chilled	8 <sub>1</sub>	-	1 <sub>1</sub>	10 <sub>2</sub>	-	-
Wine		3 <sub>2</sub>	-	-	1 <sub>1</sub>	-	-
Unspecified/other		4 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	-	2 <sub>1</sub>	2 <sub>2</sub>	-
Total		42 <sub>22</sub>	3 <sub>2</sub>	1 <sub>1</sub>	33 <sub>12</sub>	5 <sub>2</sub>	1 <sub>1</sub>

		Fossil resource consumption & CED (total, non-renewable, fossil)			Water consumption		
Mineral water		-	1 <sub>1</sub>	-	-	-	-
Juice & nectar, Ice tea		18 <sub>2</sub>	1 <sub>1</sub>	-	-	-	-
Milk	- ambient	6 <sub>2</sub>	-	-	1 <sub>1</sub>	-	1 <sub>1</sub>
	- chilled	7 <sub>2</sub>	-	1 <sub>1</sub>	2 <sub>2</sub>	-	2 <sub>2</sub>
Wine		3 <sub>2</sub>	-	-	-	-	-
Unspecified/other		3 <sub>1</sub>	3 <sub>2</sub>	-	-	-	-
Total		34 <sub>12</sub>	5 <sub>2</sub>	1 <sub>1</sub>	3 <sub>2</sub>	-	3 <sub>2</sub>

➔ **Bessere Übersicht erleichtert Ausmachung von Trends!**

## Fokus auf belastbare Ergebnisse und Vergleiche

Weitere “Kondensierung” der Ergebnisse

Ausschluss von...

- Füllgutkategorien, die in <3 Studien betrachtet wurden
- Ergebnissen, für die Füllgut unklar ist

**➔ *Strengere Kriterien erhöhen Relevanz der Vergleiche!***

## Hinweise auf eingeschränkte Gültigkeit

Ausgewertet wurden letztendlich nur 17 Ökobilanzstudien:

★		★		
IFEU 2006a	Ecosens 2007	CE Delft 2005	CIT-E 2003b	EED-UA 2008
BIO IS 2008	Prognos et al. 2000	CURA-UP 2005	CPED-UP 2003	Franklin 2007
IFEU 2008	Prognos et al. 2002	Ecosens 2004	FH-IVV 1999	
IFEU 2004		CIT-E 2003a	PIRA 1999	

- + Ausführliche Erläuterung zu *Validity and limitations* der Schlüsse
  - a) in der **Meta-Analyse** getroffene methodische Entscheidungen (Verantwortung der IFEU-Autoren)
  - b) Einschränkungen, die bereits für die **betrachteten Ökobilanzen** gelten (Verantwortung der Originalautoren, etc.)

# Ergebnisanalyse – Interpretation

...und endlich: die inhaltlichen Erkenntnisse...

Aufbereitung aus ergänzendem Infomaterial für nicht-wissenschaftliche Zielgruppen

## Results at a glance

Environmental impact / inventory category	Visible trend?	Trend showing beverage carton with lowest impact?
Climate change	✓	✓
Cumulated energy demand / fossil resource consumption	✓	✓
Acidification	✓	✓
Summer smog	✓ - for milk; mixed results for juice	Possibly for milk
Land use (forestry)	✓	✗
Land use (sealed and landfill)	✗ – reviewed by only 3 LCA studies with mixed results	N/A
Terrestrial eutrophication	✓ - for juice; specifically reviewed by only 4 studies for juice and 2 for milk	Possibly for juice
Aquatic eutrophication	✗ – very mixed results	N/A
Water consumption	✗ – reviewed by only 3 LCA studies with mixed results	N/A
Ecotoxicity	✗ – reviewed by only 3 LCA studies	N/A
Human toxicity	✗ – reviewed by only 3 LCA studies with mixed results	N/A
Waste	✗ – reviewed by only 5 LCA studies with very mixed results	N/A

Einleitung

Untersuchte Ökobilanzen

Ergebnisanalyse

**Fazit**

- Besondere Herausforderungen
- Leitfragen
- Ausblick

# Fazit – Besondere Herausforderungen

- Große Anzahl an Studien ↔ begrenzter Projektrahmen
  - Auswahl & Kategorisierung: core/basic studies

# Fazit – Besondere Herausforderungen

- Große Anzahl an Studien ↔ begrenzter Projektrahmen
  - Auswahl & Kategorisierung: core/basic studies
- Gegenüberstellung versch. „fallspezifischer“ ÖBs ↔ schiefer Vergleich
  - Eingeschränkter Vergleich: ausgewählte *key characteristics* (formale Aspekte) und *key settings* (Methodik, Annahmen)
  - Ergebnisse nur qualitativ verglichen und ausgewertet
  - *Validity and limitations* ausführlich dokumentiert

# Fazit – Besondere Herausforderungen

- Große Anzahl an Studien ↔ begrenzter Projektrahmen
  - Auswahl & Kategorisierung: core/basic studies
- Gegenüberstellung versch. „fallspezifischer“ ÖBs ↔ schiefer Vergleich
  - Eingeschränkter Vergleich: ausgewählte *key characteristics* (formale Aspekte) und *key settings* (Methodik, Annahmen)
  - Ergebnisse nur qualitativ verglichen und ausgewertet
  - *Validity and limitations* ausführlich dokumentiert
- „Wissenschaftlichkeit“ ↔ Verallgemeinerung
  - Vorsichtige Interpretation und Formulierung
  - Sensibilisierung Auftraggeberkreis, Erläuterungsmaterial

# Fazit – Besondere Herausforderungen

- Große Anzahl an Studien ↔ begrenzter Projektrahmen
  - Auswahl & Kategorisierung: core/basic studies
- Gegenüberstellung versch. „fallspezifischer“ ÖBs ↔ schiefer Vergleich
  - Eingeschränkter Vergleich: ausgewählte *key characteristics* (formale Aspekte) und *key settings* (Methodik, Annahmen)
  - Ergebnisse nur qualitativ verglichen und ausgewertet
  - *Validity and limitations* ausführlich dokumentiert
- „Wissenschaftlichkeit“ ↔ Verallgemeinerung
  - Vorsichtige Interpretation und Formulierung
  - Sensibilisierung Auftraggeberkreis, Erläuterungsmaterial
- Transparenz ↔ vertrauliches Material
  - **Vorsichtiges Handling (z.B. Auftraggeber verteilt Gesamtstudie)**

# Fazit – Besondere Herausforderungen

- Große Anzahl an Studien ↔ begrenzter Projektrahmen
  - Auswahl & Kategorisierung: core/basic studies
- Gegenüberstellung versch. „fallspezifischer“ ÖBs ↔ schiefer Vergleich
  - Eingeschränkter Vergleich: ausgewählte *key characteristics* (formale Aspekte) und *key settings* (Methodik, Annahmen)
  - Ergebnisse nur qualitativ verglichen und ausgewertet
  - *Validity and limitations* ausführlich dokumentiert
- „Wissenschaftlichkeit“ ↔ Verallgemeinerung
  - Vorsichtige Interpretation und Formulierung
  - Sensibilisierung Auftraggeberkreis, Erläuterungsmaterial
- Transparenz ↔ vertrauliches Material
  - Vorsichtiges Handling (z.B. Auftraggeber verteilt Gesamtstudie)
- Spezifisches Interesse der Auftraggeber ↔ begrenzte Aussagen in ÖBs
  - Exkurs zu 3 Sonderthemen (Erkenntnisse aus MA, Methodenentwicklung, Handlungsempfehlung der Autoren)

...der Meta-Analyse...

- 1) Lassen sich aus den existierenden Ökobilanz-Studien **allgemeine Schlüsse über das relative Abschneiden der Kartons** (im Sinne von Stärken und Schwächen) ziehen?
- 2) Wenn sich **übergeordneten Ergebnistrends** abzeichnen bezüglich des Abschneidens von Getränkekartons gegenüber anderen Verpackungssystemen: Was lässt sich über deren **Gültigkeit** sagen?

...der Meta-Analyse...

- 1) Lassen sich aus den existierenden Ökobilanz-Studien **allgemeine Schlüsse über das relative Abschneiden der Kartons** (im Sinne von Stärken und Schwächen) ziehen?
- 2) Wenn sich **übergeordneten Ergebnistrends** abzeichnen bezüglich des Abschneidens von Getränkekartons gegenüber anderen Verpackungssystemen: Was lässt sich über deren **Gültigkeit** sagen?

...und dieses Vortrags...

**Äpfel-Birnen-Vergleich oder aufschlussreicher Rückblick?**

## Wozu kann eine solche Meta-Analyse (außerdem) dienen?

- Nachschlagewerk (Steckbriefe)
- Annäherung an neue Themenfelder/Produktgruppen
- Systematische Suche nach bestimmten Themen, z.B. Umgang mit „kritischen“ Umweltwirkungen
- Unterschiedliche Teile: unterschiedliche Vorkenntnisse nötig
- Lesbarkeit: unterschiedliche Aufbereitung für Experten und/oder Laien (z.B. Farbcode 😊)
- etc.

## Was könnte danach kommen?

- Auswertung nach anderen Gesichtspunkten (z.B. Fokus auf Methoden statt Ergebnissen)
- Fortschreibung / Aktualisierung (z.B. wenn neue relevante Studien publiziert wurden)

Einleitung

Untersuchte Ökobilanzen

Ergebnisanalyse

Fazit

**Fragen, Kommentare, Diskussion...**

- Glaubwürdigkeit (kein critical review!)
- andere Anwendungsbereiche, Interessengruppen
- Wer kennt/macht ähnliche Betrachtungen?
- etc.

**Danke für Euer/Ihr interessiertes Zuhören!**



*mail* [eva.falkenstein@ifeu.de](mailto:eva.falkenstein@ifeu.de)

*fon* +49-(0)6221-4767-62

Ich freue mich auch über weitere Rückmeldungen.