

Kurs Abfallwirtschaft in Städten und Gemeinden, Modul 4: 18./19. November 2010

## Ökobilanzen und Ökoeffizienzanalysen Methodik und Anwendung am Beispiel von Recycling

Dr. Fredy Dinkel  
Carbotech AG, Basel, Switzerland  
f.dinkel@carbotech.ch  
www.carbotech.ch



**Recycling gilt als ökologisch**

**Einleitung**


### ***Abfälle sind Rohstoffe - geschlossene Kreisläufe***


Zum Beispiel der Ökoeffektivitätsansatz Ansatz von Braungart und McDonough:

„Ökoeffektiv sind Produkte, die entweder als biologische Nährstoffe in biologische Kreisläufe zurückgeführt werden können oder als „technische Nährstoffe“ kontinuierlich in technischen Kreisläufen gehalten werden.“

Reicht diese Anforderung?




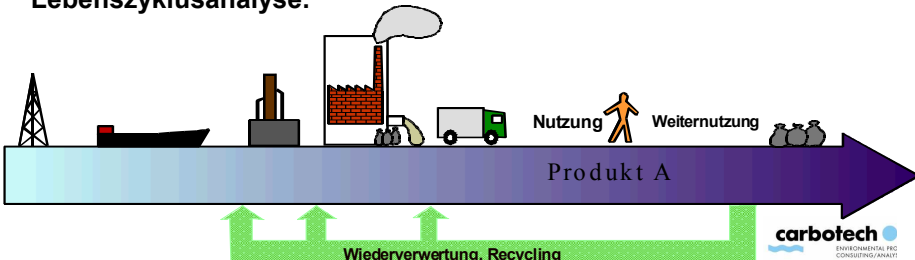

Es gibt auch andere Stimmen	Einleitung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Spezifisch zur Sammlung</b> Der Aufwand für die getrennte Sammlung ist so hoch, dass er sich nicht lohnt.</li>   <li>• <b>Allgemein zu Recycling</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>New Scientist 1997:</b> <span style="color: red;"><b>Burn me !</b></span> „If you value the environment, don't recycle this magazine“! „Wenn sie die Umwelt schützen wollen, recyceln sie dieses Magazin nicht“</li>   <li>– <b>Bafu und UBA-Empfehlung:</b> <span style="color: red;"><b>Sammeln !</b></span> „Benutzen Sie Recyclingpapier: Es ist aus Umweltschutzsicht die erste Wahl“</li> </ul> </li> </ul>	
	

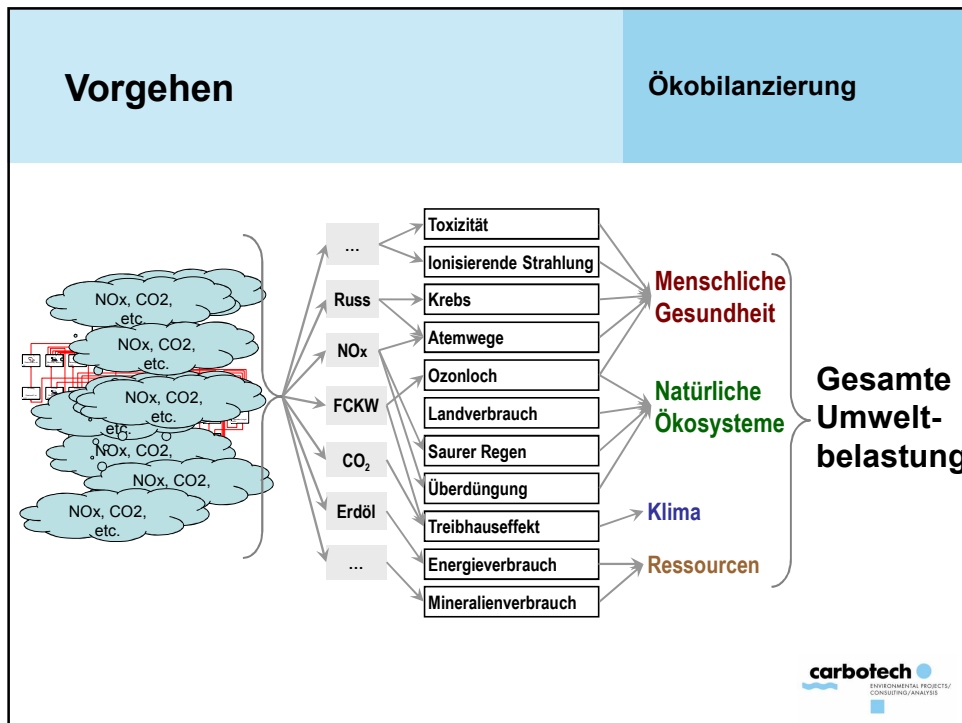
Daraus ergeben sich verschiedene Fragen:	Einleitung
<p>Lohnt sich der Aufwand ökologisch? D.h. ist der Nutzen höher als die Aufwände für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Logistik des Sammelns</li> <li>• das Sortieren</li> <li>• die Aufbereitung zu neuen Werkstoffen</li> </ul> <p>Ist eine gemischte Sammlung mit anschließender Sortierung sinnvoller als Separatsammlungen? Ist es sinnvoller brennbare Abfälle energetisch zu nutzen? Ist der ökologische Nutzen von kompostierbaren Materialien höher als derjenige von Rezyklaten? Wie steht es mit der Qualität der Recyclingmaterialien? Wie steht es mit den Kosten?</p>	
	

<p><b>Was heisst schon „ökologisch“?</b></p>	<p><b>Ökologie</b></p>
<p><b>Verpackung, vor allem solche aus Kunststoff werden im Allgemeinen als problematisch erachtet ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begrenzte Ressource Erdöl</li> <li>• Klima</li> </ul> 	 <p><b>Naturstoffe, als ökologisch, vor allem, wenn sie biologisch angebaut werden.</b></p> <p><b>Baumwolle ein Naturprodukt</b></p> 

	<p><b>Ökologie</b></p> <p><b>Das war ein Baumwollanbaugebiet</b></p>  <p><b>Auch Naturstoffe können problematisch sein. Auch Wasser ist eine begrenzte Ressource</b></p> 
---	--

Zur Beantwortung sind Beurteilungsmethoden gefragt	Einleitung
<p><b>Anforderungen an die Methode:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie muss hinter die Kulissen schauen <i>den ganzen Lebensweg berücksichtigen</i></li> <li>• Einzelne Kriterien genügen nicht <i>Berücksichtigung einer grossen Zahl von Umweltauswirkungen</i></li> <li>• Eine solide Basis und damit eine hohe Akzeptanz besitzen <i>Soweit möglich wissenschaftlich abgestützt</i></li> <li>• Geeignet als Entscheidungsbasis <i>Quantifizierung der Umweltauswirkungen</i></li> </ul>	
	

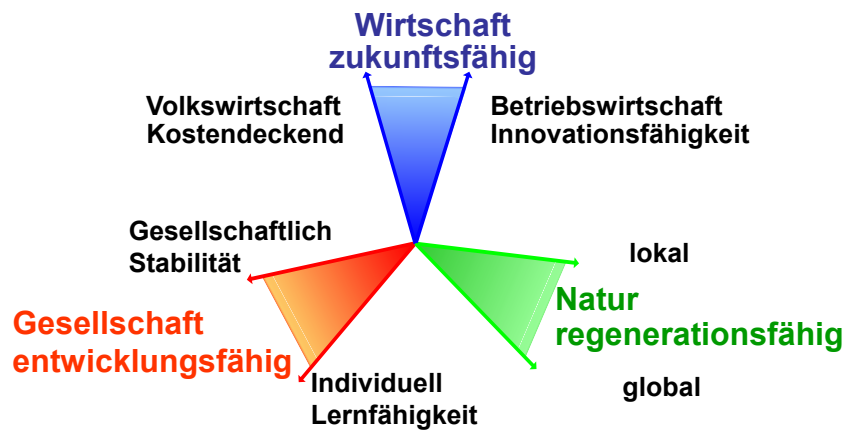
Vorgehen	Methode
<p>Um diese Fragen zu beantworten, muss das gesamte System und dessen Einflüsse auf die Umwelt betrachtet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung</li> <li>• Sammel-Logistik</li> <li>• Recycling bzw. Verwertung oder Entsorgung</li> </ul> <p>Die dafür geeignete Methode ist die Ökobilanzierung oder Lebenszyklusanalyse.</p> 	
	



Auch Geld ist eine endliche Ressource	Ökonomie
<p><b>Ökoeffizienz</b></p> <p>World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 1991  <b>ist der Quotient aus dem wirtschaftlichen Wert eines Produktes und den durch den Herstellungsvorgang auf die Umwelt ausgeübten Auswirkungen, gemessen in einer geeigneten Einheit.</b></p> <p style="text-align: center;">(Wirtschaftlicher Wert eines Produktes)</p> <hr style="width: 50%; margin: auto;"/> <p><b>Ökoeffizienz =</b></p> <p style="text-align: center;">(Einfluss bzw. Auswirkungen auf die Umwelt)</p>	

**carbotech**  
ENVIRONMENTAL PROJECTS/  
CONSULTING/ANALYSIS

## Die Öko-Effizienz verbindet zwei der drei Dimensionen der Nachhaltigen Entwicklung



## Recycling

## Einleitung

Beim Recycling stellen sich Fragen auf verschiedenen Ebenen:

- Technisch
  - welche Stoffe sind technisch gut recycelbar?
  - unter welchen Bedingungen?
- Ökologisch
  - Wie gross sind die Umweltauswirkungen im Vergleich zu anderen Verwertungsverfahren?
  - Lohnt sich der Aufwand für Logistik und Aufbereitung?
  - Sind bioabbaubare oder nachwachsende Kunststoffe ökologischer?
- Ökonomisch
  - Rechnet sich das Recycling?

## Recycling aus technischer Sicht

Nicht alle Materialien sind aus technischer Sicht gleich gut für das Recycling geeignet, z.B.:

- Glas ist Optimal
  - kann bei praktisch gleichbleibenden Materialeigenschaften beliebig oft recycelt werden
  - Sammelquote in CH > 90%
- Kunststoffe sind problematischer
  - oft Qualitätseinbuße beim Recycling – Downcycling
  - gemischte Kunststoffe sind schwierig zu trennen
  - Probleme können mit Verschmutzungen auftreten
- Papier kann maximal 6 – 7 Mal recycelt werden
- Verbundmaterialien sind teilweise schwierig zu trennen

Wäre es daher besser brennbare Materialien zu verbrennen und die Energie zu nutzen anstatt zu recyceln?



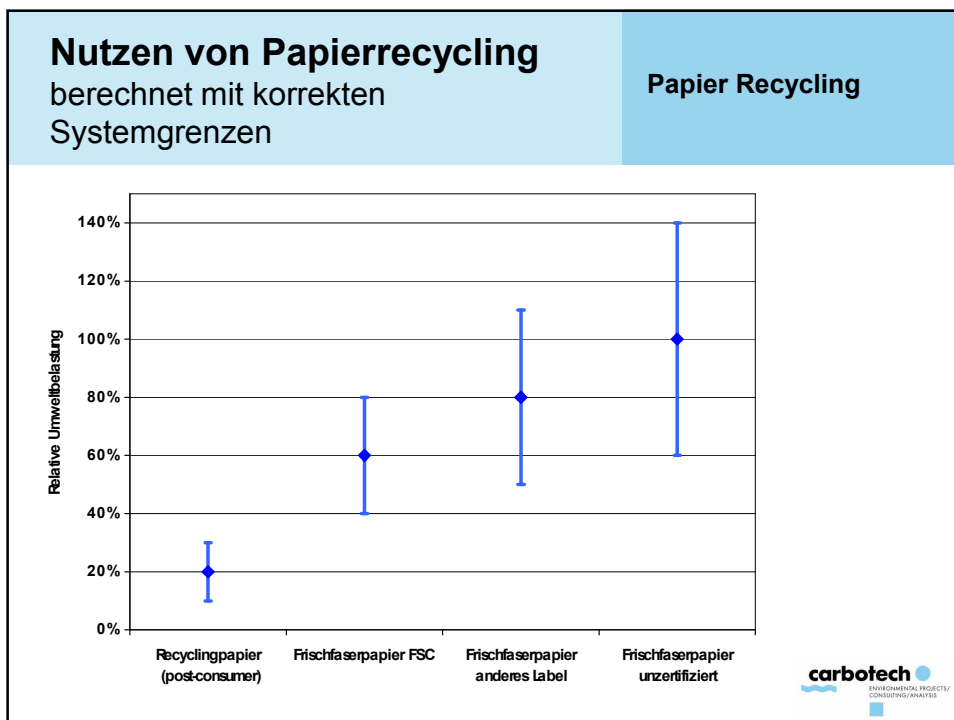
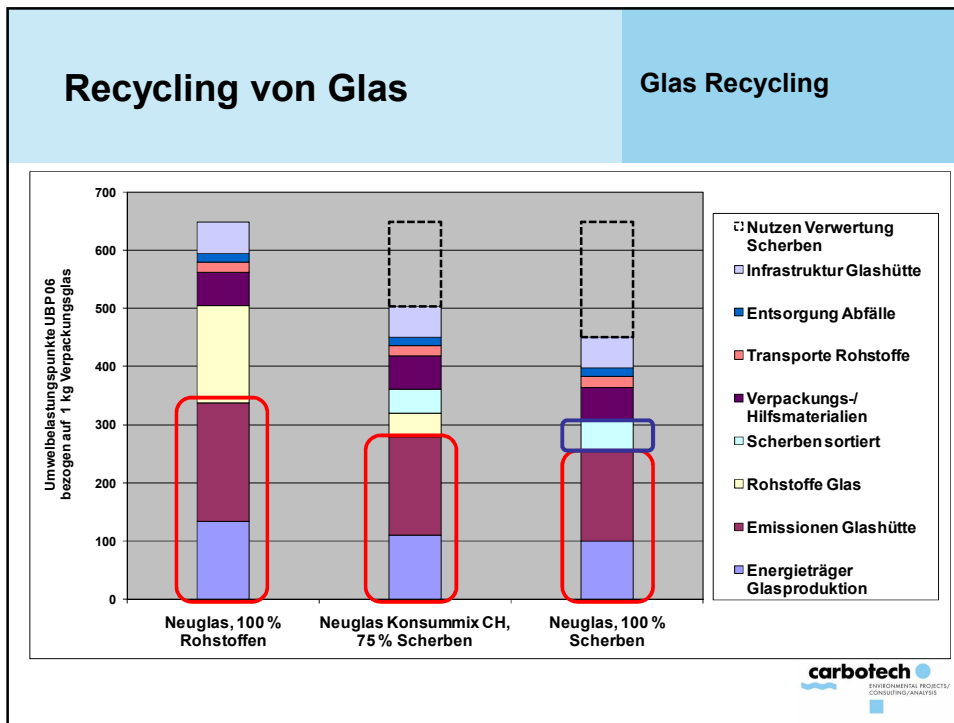
## Mischbarkeit von Kunststoffen

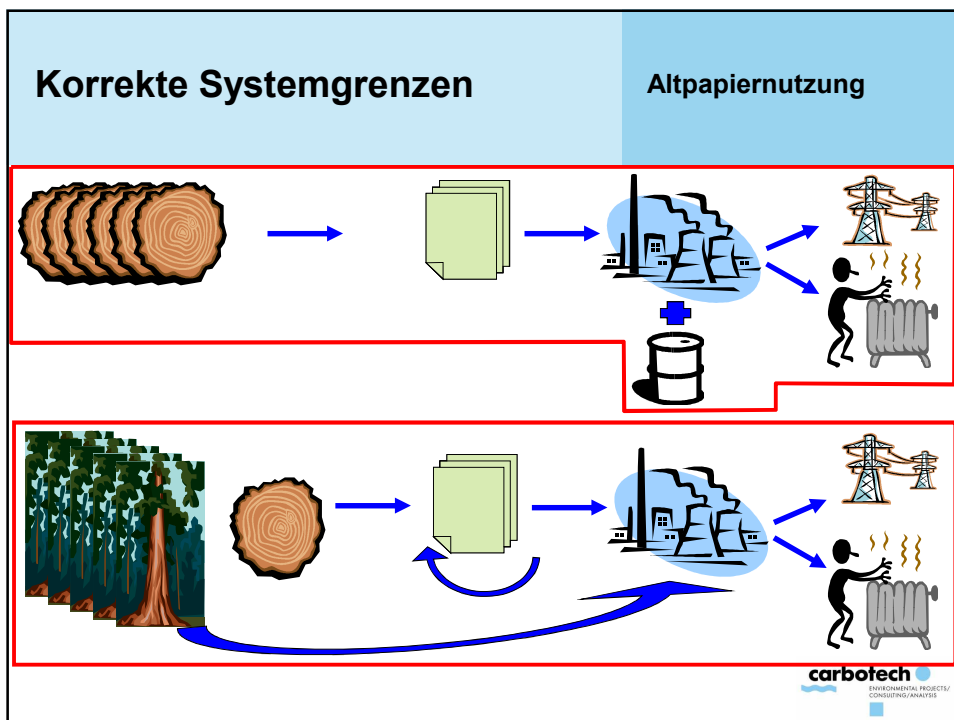
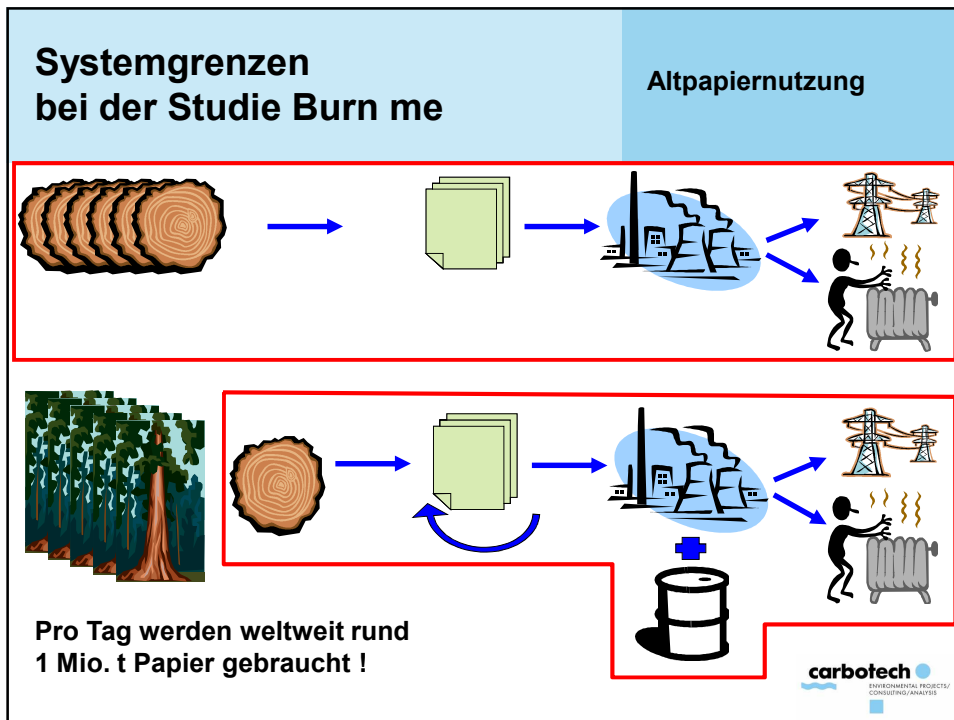
Technik

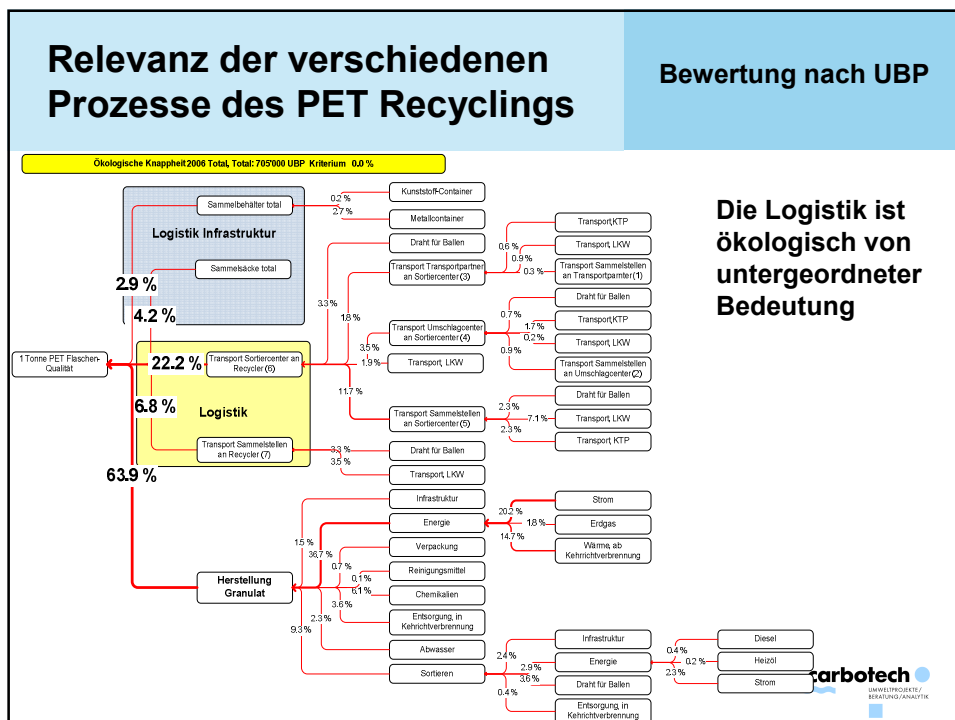
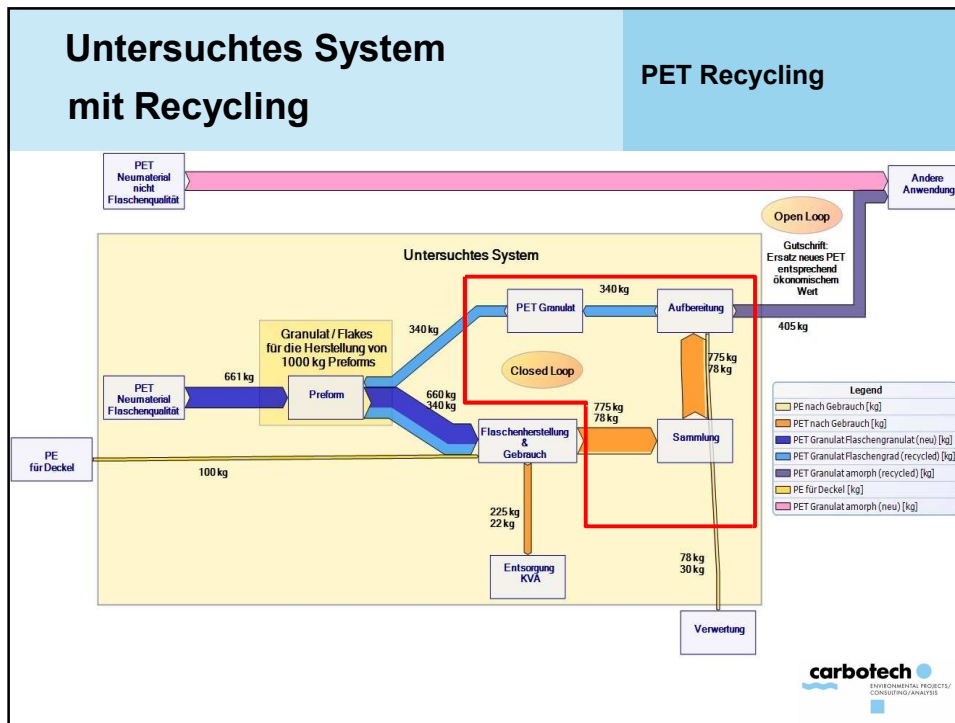
		Mischungskomponente							
		PE	PVC	PS	PC	PP	PA	PET	PMMA
Hauptkomponente	PE	3	0	0	0	3	0	0	0
	PVC	0	3	0	0	0	0	0	3
	PS	0	0	3	0	0	0	0	0
	PC	0	1	0	3	0	0	3	3
	PP	1	0	0	0	3	0	0	0
	PA	0	0	1	0	0	3	1	0
	PET	0	0	1	3	0	1	3	0
	PMMA	0	3	1	3	0	0	0	3

0: nicht mischbar 1: bedingt mischbar 3: mischbar

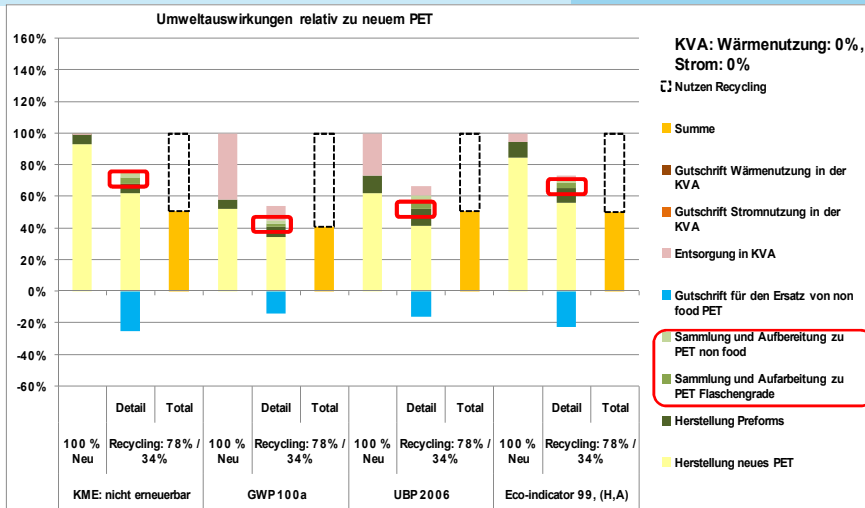






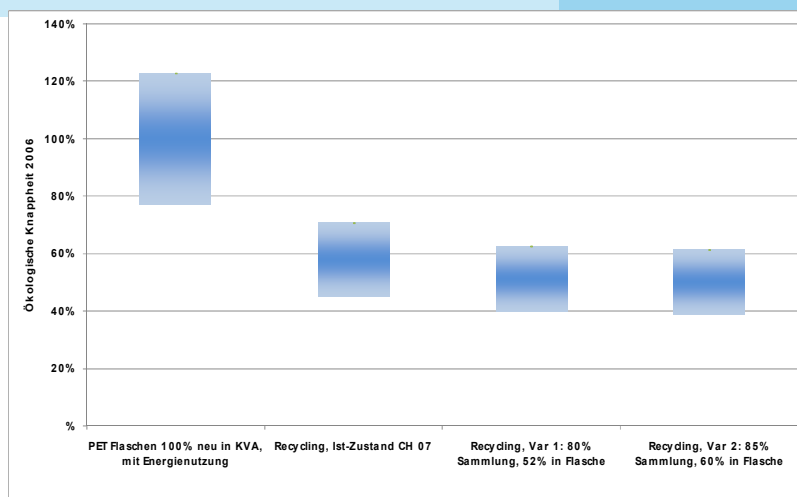


## Nutzen des PET Recyclings: Ursachen der Reduktionen



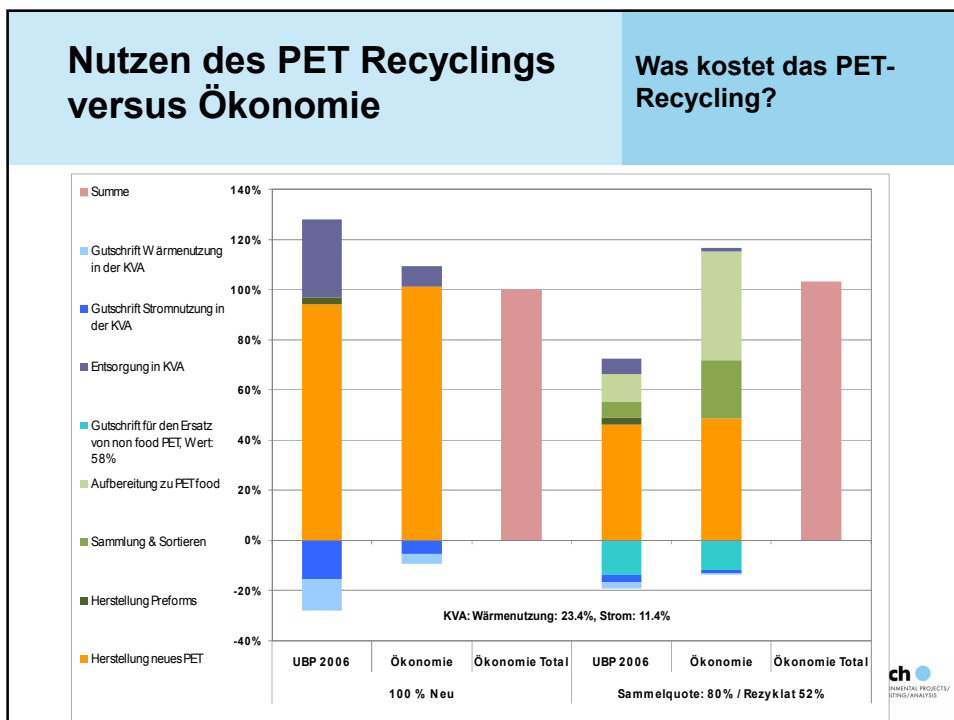
## Nutzen des PET Recyclings: 1000 kg Flakes/Granulat KVA mit Energienutzung

### PET Recycling Methode UBP



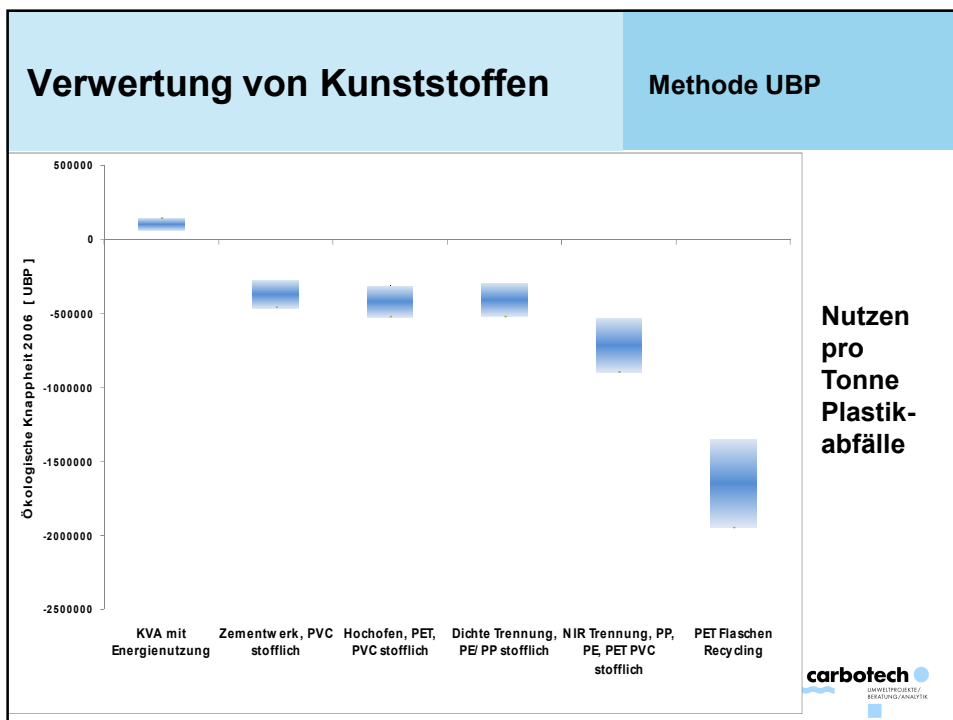
Und wie steht es mit der Ökonomie?		Volkswirtschaftliche Sicht
	Entsorgung in der KVA	PET Flaschen Recycling
	Ungefähre Angaben in CHF	Ungefähre Angaben in CHF
<b>Kosten pro t in CHF</b>	<b>270.-</b>	<b>570.-</b>
<b>Externe Kosten</b>	<b>-50.- bis 50.-</b>	<b>- 500.-</b>
<b>Total</b>	<b>270.-</b>	<b>70.-</b>

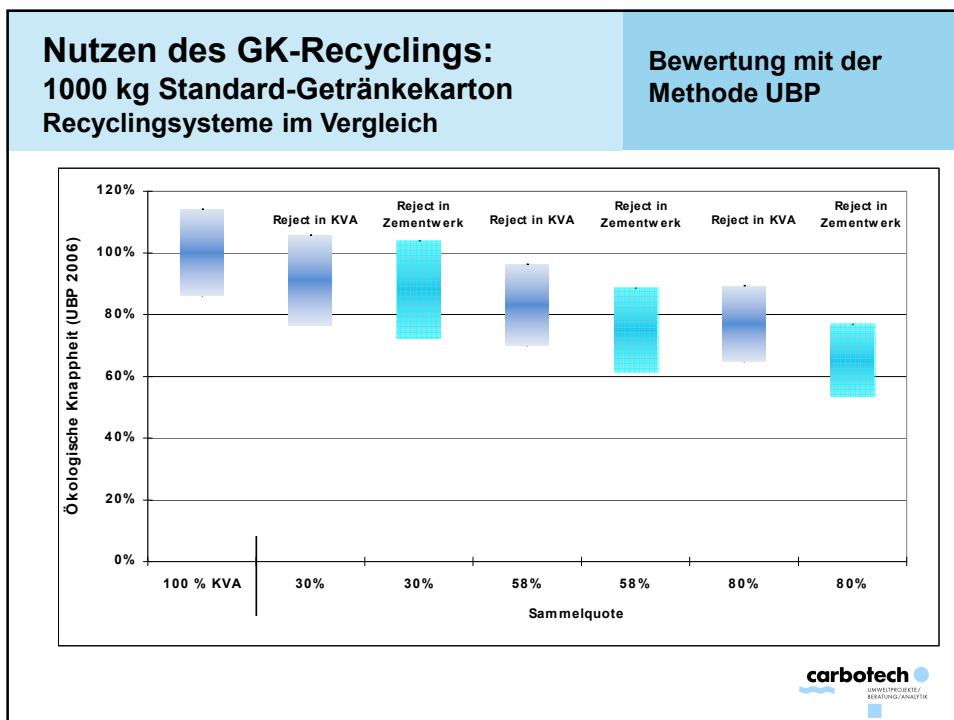
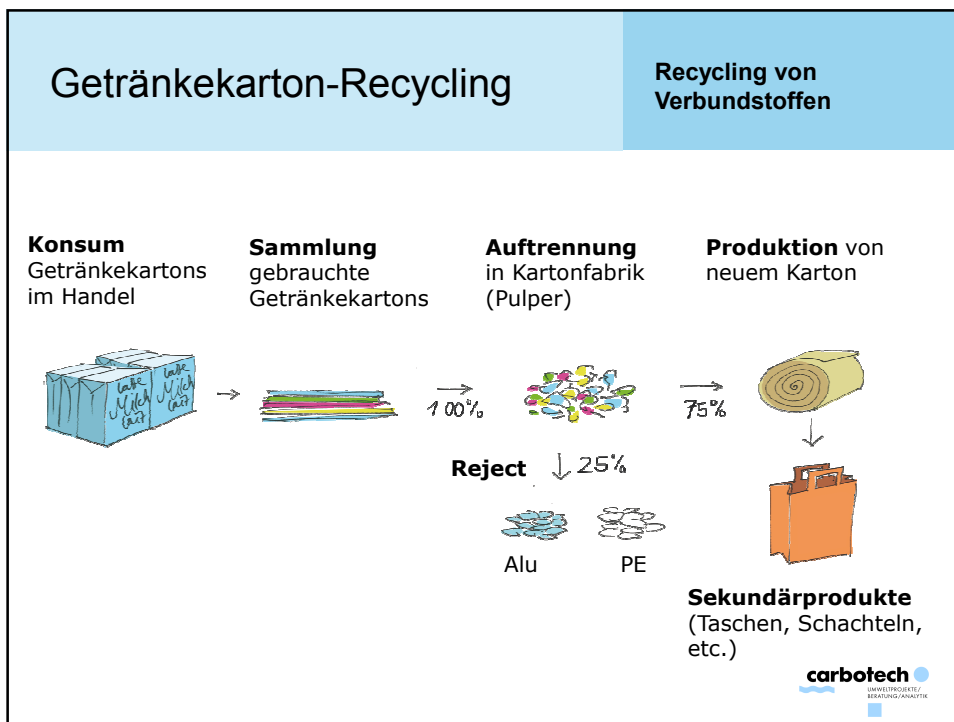
**carbotech**  
ENVIRONMENTAL PROJECTS/  
CONSULTING/ANALYSIS



Verwertung von gemischten Kunststoffen	wrap Verwertungswege
1. Energetische Nutzung in einer KVA -> Strom, Fernwärme	
2. Abtrennen von PVC (NIR) -> stoffliche Verwertung Energetische Nutzung: Zementwerk -> Kohleersatz	
3. Abtrennen PET, PVC (NIR) -> stoffliche Verwertung Energetische Nutzung: Hochofen -> Kohleersatz	
4. Abtrennen PE/PP (Dichte) -> stoffliche Verwertung Energetische Nutzung in einer KVA -> Strom, Fernwärme	
5. Abtrennen von PE, PP, PET, PVC -> stoffliche Verwertung Energetische Nutzung in einer KVA -> Strom, Fernwärme	
6. PET-Flaschen Recycling -> stoffliche Verwertung	

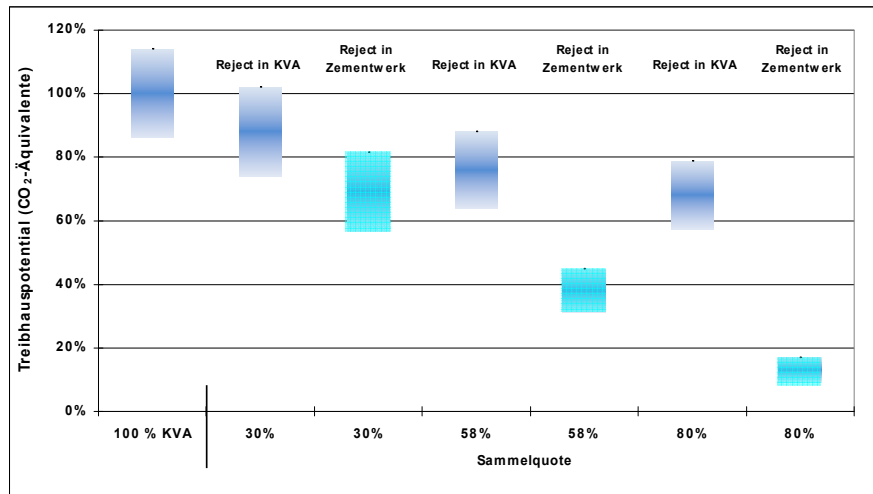
**carbotech**  
Umweltprojekte /  
Beratung/Analytik





## Nutzen des GK-Recyclings: 1000 kg Standard-Getränkarton Recyclingsysteme im Vergleich

### Klimaerwärmung



carbotech  
Umweltprojekte /  
Beratung / Analytik

## Erkenntnisse

## Recycling

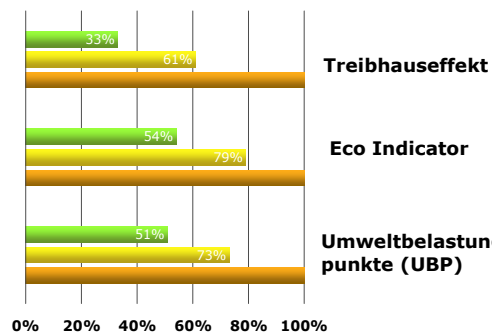
- Auch Recycling ist mit Umweltauswirkungen verbunden. Doch der ökologische Nutzen ist höher
- Wesentlich ist in den meisten Fällen der Einsatz von Recyclingmaterial in hochwertigen Produkten.
- Separatsammlungen, welche zu sortenreinen Fraktionen führen, sind bei Kunststoffen sinnvoll.
- Sammlung und Sortierung ist ökologisch von untergeordneter Bedeutung
- Es gibt grosse Unterschiede beim Recycling. Was technisch optimal ist, muss noch nicht ökologisch am vorteilhaftesten sein.

Zu beachten: Der Nutzen des Recyclings ist nur eine Sicht.

carbotech  
Umweltprojekte /  
Beratung / Analytik

## Getränkekarton im Vergleich zu PE / PET Flaschen

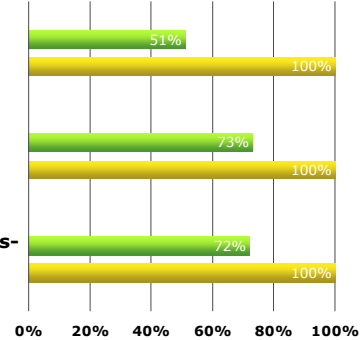
**Beispiel Milchverpackungen UHT 1l.**  
Relativer Vergleich der Umweltauswirkungen



0% 20% 40% 60% 80% 100%

- Getränkekarton - ohne Verschluss
- HDPE UHT (90% Recycling)
- HDPE UHT (50% Recycling)

**Beispiel Verpackungen Fruchtsaft 1l.**  
Relativer Vergleich der Umweltauswirkungen



0% 20% 40% 60% 80% 100%

- Getränkekarton - mit Verschluss
- Aseptische PET-Flasche

Quelle: Ökobilanz für Getränkeverpackungen, 2007;  
Erstellt durch Ecosens AG; Kritische Prüfung durch EMPA St.Gallen



## Biologisch abbaubare Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

- Verschiedene nachwachsende Rohstoffe sind alltäglich
  - Papier
  - Karton
  - Holz
  - Baumwolle
- Mit dem Ziel fossile Ressourcen zu schonen und die CO<sub>2</sub> Emissionen zu reduzieren wurden in den 90er Jahren verschiedene Materialien entwickelt, welche
  - vergleichbare Eigenschaften wie Kunststoffe habe: Bio Plastics
  - aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt oder
  - biologisch abbaubar sind.

Diese werden zu einem grossen Teil für Verpackungen eingesetzt.

Sind Bio Plastics immer ökologisch?



## Bechersysteme zu 5 dl:

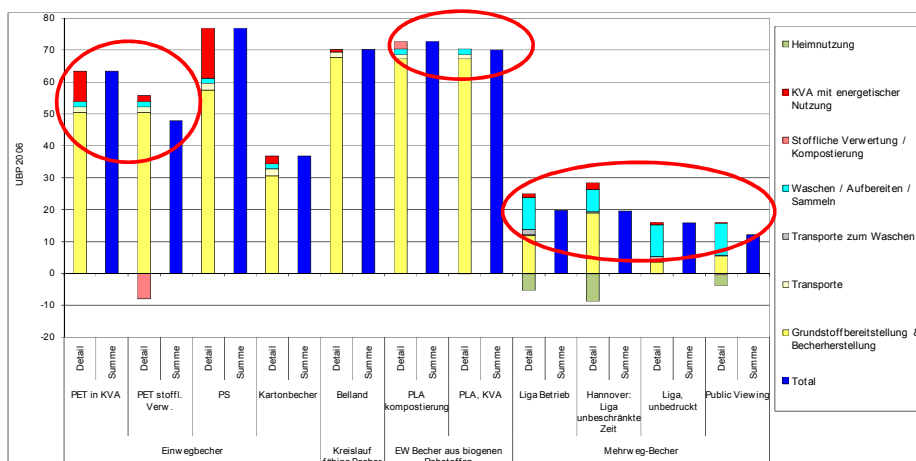
Projekt im Zusammenhang mit der EURO

	Gewichtsangaben	Verwendete Werte
<b>Einwegbecher aus:</b>		
- Polystyrol, PS	12 – 20 g	16 g
- Polyester, PET	8.5 – 17.5 g	11.5 g
- Polylactic acid, PLA*	10 g – 11,6 g	10 g
- Kartonbecher PE beschichtet	11 g	11 g
<b>Kreislauffähige Becher:</b>		
- Belland	13.7 g	13.7 g
<b>Mehrwegbecher:</b>		
- Polypropylen, PP	30, 46, 55 g	55 g

\* PLA ist aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und ist biologisch abbaubar 

## Trinkbecher: Szenarien UBP 2006

Nachwachsende Rohstoffe und Kompostierung



 ENVIRONMENTAL PROJECTS / CONSULTING / ANALYSIS

## Erkenntnisse

### Nachwachsende Rohstoffe und Kompostierung

- Die beste Lösung ist in diesem Falle die Wiederverwendung (Mehrwegbecher)
- Bei den Einwegbechern ist der Becher aus dem nachwachsenden Rohstoff Karton am ökologischsten.
- Die Umweltbelastung der PLA Becher ist vergleichbar mit denjenigen aus fossilen Kunststoffen.
- Kompostieren von PLA bringt keine Entlastung
- Recycling von PET bringt eine höhere Reduktion als die Kompostierung von PLA.
- Der Ansatz von Braungart scheint bezüglich Recycling richtig, jedoch greift er teilweise zu kurz, da auch Recycling mit Umweltauswirkungen verbunden ist. Bezüglich nachwachsenden und kompostierbaren Rohstoffen kann der Ansatz zu falschen Schlüssen führen.

## Zu beachten

- Verpackungen sind bezüglich ihrer Umweltauswirkungen wohl die am besten untersuchten Produkte.
- Dennoch ist im Allgemeinen der Inhalt, zu dessen Schutz die Verpackung beiträgt, ökologisch viel entscheidender als die Verpackung.

## Schlussfolgerung

- Die Ökobilanz und die Analyse der Öko-Effizienz sind heute die besten Methoden zur Beurteilung der Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen.
- Aus ökologischer Sicht sind alle untersuchten Separatsammlungen sinnvoll. Wesentliche Einflussfaktoren sind u.a.:
  - die Sammelquote,
  - der Einsatz von R-Material in hochwertigen Produkten,
  - die Einsparung von Ressourcen sowie die damit verbundenen Emissionen
- Die direkten Kosten von Separatsammlungen sind teilweise teurer als die Verbrennung. Jedoch kann deren ökonomischer Zusatznutzen höher sein, so dass es sich gesamthaft auch ökonomisch lohnt.
- Die untersuchten Systeme sind Öko-Effizient
- Wie das Beispiel PLA zeigt, muss nachwachsend und kompostierbar nicht ökologisch sein

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**

