

Bericht

Ökologischer Vergleich: Einweg - Mehrwegbecher

BasicLCAcompare

Anzahl Seiten: 19 • Referenz: 286.58 • Basel, 15. September 2004

Auftraggeber: Amt für Umwelt und Energie, Basel

Projektleitung: Dr. Fredy Dinkel, f.dinkel@carbotech.ch • Vis./Dat.:

Qualitätscheck: Emil Franov • Vis./Dat.:

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Einweg- und Mehrwegbecher, welche auf dem Markt erhältlich sind, bezüglich ihrer Umweltauswirkungen analysiert. Dabei wurden die Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet. Untersucht wurden sowohl Becher aus fossilen wie auch solche aus kompostierbaren Materialien. Die untersuchten Systeme lassen die folgenden Schlussfolgerungen zu:

- Die **Mehrwegbecher haben eine signifikant geringere Umweltbelastung als die Einwegbecher**. Diese ist um Faktoren vier bis zwanzig geringer als diejenige von Einwegbechern.
- **Es gibt grosse Unterschiede bei den Umweltauswirkungen der Einwegbecher**. Die geringsten Auswirkungen haben die Becher aus Recyclingkarton. Sie sind rund 4 Mal geringer als diejenigen aus Polystyrol oder Polymilchsäure (PLA).
- **Der Einsatz von kompostierbaren Materialien kann nicht empfohlen werden**. Gegenüber den herkömmlichen Einwegbechern bringen sie keine signifikante ökologische Verbesserung. So schneidet der kompostierbare PLA-Becher etwa gleich schlecht ab wie die Becher aus fossilen Rohstoffen (PET, PS).
- **Einzig der kompostierbare stärkebeschichtete Becher aus Recyclingkarton weist eine minimal bessere Ökobilanz auf als der PE beschichtete Einwegbecher aus Recyclingkarton, der in der KVA entsorgt wird**. In der Praxis müssen solche Becher aber immer in Kombination mit transparenten PLA-Bechern verwendet werden, weil Bier in Kartonbechern vom Kunden nicht akzeptiert wird. Aus diesem Grund führt eine Umstellung auf kompostierbares Geschirr zu einer gesamthaft höheren Umweltbelastung, welche dieser die vermeintlichen ökologischen Vorteile zunichte macht.

Empfehlung

Der Einsatz von Mehrwegbechern an Grossveranstaltungen ist aus ökologischer Sicht eindeutig die beste Wahl. Falls der Einsatz von Mehrwegbechern nicht möglich ist, so sind Wegwerfbecher aus Recyclingkarton zu empfehlen.

Dieser Bericht wurde von der Carbotech AG mit Sorgfalt erarbeitet unter Verwendung aller uns zur Verfügung stehenden, aktuellen und angemessenen Hilfsmittel und Grundlagen, dies im Rahmen der vertraglichen Abmachung mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der Vereinbarung bezüglich eingesetzter Ressourcen. Die Grundlagen der Bewertungsmethode, auf welcher dieser Bericht basiert, können ändern. Danach sind die Schlussfolgerungen nicht mehr uneingeschränkt gültig und vom Auftraggeber nur noch auf eigene Verantwortung verwendbar.

Aus dem Inhalt dieses Berichtes hervorgehende Veröffentlichungen, welche Resultate und Schlussfolgerungen daraus nur teilweise und nicht im Sinne des Gesamtberichtes darstellen, sind nicht erlaubt. Insbesondere dürfen solche Veröffentlichungen diesen Bericht nicht als Quelle angeben oder es darf nicht anderweitig eine Verbindung mit diesem Bericht oder der Carbotech AG hergestellt werden können.

Für Forderungen ausserhalb des oben genannten Rahmens lehnen wir jegliche Verantwortung gegenüber dem Auftraggeber sowie Dritten ab.

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	3
2	Methodik und Vorgehen	4
2.1	Problemstellung und Rahmenbedingungen	4
2.2	Sachbilanz	4
2.2.1.	Charakterisierung der untersuchten Systeme	4
2.2.2.	Verwendete Grundlagedaten	5
2.2.3.	Berücksichtigung des Kompostes	6
2.2.4.	Berechnung von PLA und bioabbaubaren Kartonbechern	6
2.3	Wirkbilanz	7
2.4	Bewertung	8
3	Ergebnisse	9
3.1	Vergleich der Becher	9
3.2	Sensitivitätsanalyse	12
3.3	Entsorgungsvarianten	13
3.4	Herstellung von PLA	14
4	Schlussfolgerungen	15
5	Literatur	16
	Anhang: Darstellung der einzelnen Umweltauswirkungen	17

1 Einleitung

Im Jahre 2002 wurden von der Infrac AG im Auftrag des Amtes für Energie und Umwelt, Basel (AUE) der Einsatz von Einwegbecher aus Karton, Polyester (PET) und Polystyrol (PS) mit Mehrwegbechern aus den Kunststoffen Polycarbonat (PC) und Polypropylen (PP) für Grossveranstaltungen verglichen. Diese Studie hat gezeigt, dass die Umweltauswirkungen der Mehrwegbecher signifikant geringer sind als diejenigen der Einwegbecher.

Nicht untersucht wurden in dieser Studie kompostierbare Becher und solche aus nachwachsenden Rohstoffen. Da solche Becher nicht in der KVA entsorgt werden müssen und durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen fossile Ressourcen eingespart werden können [z.B. Vink et al.], wird erwartet, dass solche Becher wesentlich geringere Umweltauswirkungen haben als Becher aus herkömmlichen Kunststoffen.

Mit der vorliegenden Studie wird abgeklärt, ob eine Reduktion der Umweltbelastung durch die Verwendung von kompostierbaren Bechern im Vergleich zu Bechern aus fossilen Rohstoffen erreicht werden kann und wie gross diese Reduktion ist. Die Studie basiert auf der bestehenden Studie der Infrac und ergänzt diese um zwei weitere Varianten von Bechern aus kompostierbaren Materialien. Dabei ist zu beachten, dass bei der Umstellung auf kompostierbare Produkte die gesamte Palette ersetzt werden muss. Da der Konsument für Bier (70% der Getränke) einen durchsichtigen Becher wünscht, muss für dieses Getränk ein Becher aus PLA verwendet werden, Süssgetränke können auch in Kartonbecher ausgeschrieben werden.

Wie bereits in der Infrac Studie wurden auch in dieser Arbeit alle relevanten Prozesse des gesamten Lebensweges von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung mit der Methode der Ökobilanzierung untersucht und beurteilt.

Untersuchungsobjekte

Folgende Systeme wurden untersucht:

Einsatz für	EW-Becher		MW-Becher
	Entsorgung in der KVA	Kompostierbar	
Bier, Softdrinks, Mineralwasser	PET Becher	PLA - Becher	PC-Becher
	PS Becher		PP-Becher
Softdrinks, Mineralwasser	Kartonbecher beschichtet mit Polyethylen (PE)	Kartonbecher beschichtet mit PLA	

Die Angaben zu den bereits untersuchten Systemen wurden dem Bericht der Infrac entnommen und bezüglich Aktualität überprüft. Zudem wurden die Grundlagedaten mit den neusten Ökoinventardaten aus dem Jahre 2004 (ecoinvent 1.1) ergänzt. Daraus ergeben sich geringfügige Abweichungen zu den Ergebnissen der bestehenden Studie. Die Daten der kompostierbaren Becher stammen von Herstellern der Grundstoffe und der Becher. Die Daten wurden durch die Carbotech auf ihre Plausibilität überprüft.

2 Methodik und Vorgehen

Mit der Ökobilanz werden die Auswirkungen der Stoff- und Energieströme auf die Umwelt während des gesamten Lebensweges erfasst. Eine ökologische Bewertung umfasst nach ISO Norm 14'040 die folgenden Schritte:

- Problemstellung und Rahmenbedingungen: Festlegen der Szenarien und der Systemgrenzen
- Sachbilanz
- Wirkungsbilanz
- Interpretation und Bewertung der Ergebnisse

2.1 Problemstellung und Rahmenbedingungen

Den folgenden Fragestellungen sollen mit dieser Analyse nachgegangen werden:

- Welche Variante verursacht die geringsten Umweltbelastungen?
- Ergibt sich eine wesentliche Reduktion der Umweltauswirkungen durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen?
- Kann durch die Kompostierung die Umweltbelastung wesentlich gesenkt werden?

Die Erfassung der Stoff- und Energieflüsse erfolgt über den gesamten Lebensweg, d. h. von der Rohstoffbereitstellung über die Herstellung, den Gebrauch bis zur Wiederverwendung bzw. Entsorgung. Im Rahmen dieser Untersuchung beinhaltet dies:

- Die Bereitstellung der Grundmaterialien, wie Kunststoffe, Karton, Stärke etc.
- Verarbeitung der Materialien, wie Beschichtung der Materialien und Herstellung der Becher
- Bereitstellung der benötigten Energieträger
- die Transporte, inklusive Herstellung, Wartung, Betrieb und Entsorgung der Transportmittel sowie die benötigte Infrastruktur
- Reinigung der Mehrwegbecher
- sowie die Aufwende für die Entsorgung.

Funktionelle Einheit

Als funktionelle Einheit wird der Gebrauch von einem Becher zum Ausschank von 3dl Getränk gewählt.

2.2 Sachbilanz

2.2.1. Charakterisierung der untersuchten Systeme

Die untersuchten Becher sind in Tabelle 1 dargestellt. Die ersten fünf Bechertypen stammen aus der Studie der Infrac. Diese Daten wurden im Wesentlichen übernommen. Falls neuere Grundlagedaten vorlagen, wurden diese verwendet. Da die Vergleichsbasis der Gebrauch eines Bechers ist, wurden die benötigten Mengen bei den Mehrwegbechern durch die Anzahl Umläufe dividiert. Zusätzlich wurde bei den MW Bechern die Reinigung berücksichtigt.

Tabelle 1 Untersuchte Becher

Bezeichnung	Material	Gewicht	Umläufe	Verwertung / Entsorgung
Kartonbecher	Karton, beschichtet mit PE	7.5 g	1	KVA ¹
PET Becher	Polyester	8 g	1	KVA ¹
PS Becher	Polystyrol	15 g	1	KVA ¹
PC Becher	Polycarbonat	52 g	150 ²	KVA ¹
PP Becher	Polypropylen	35 g	150	KVA ¹
R-Kartonbecher	Recyclingkarton, beschichtet mit PE	7.5	1	KVA ¹
R-Kartonbecher bioabbaubar	Recyclingkarton beschichtet mit PLA	8 g	1	Kompostierung
PLA Becher	Polylacticacid	8 g	1	Kompostierung

Da die Anzahl Umlaufzyklen bei der Beurteilung der MW-Becher ins Gewicht fallen. Aus diesem Grunde wird in einer Sensitivitätsanalyse abgeklärt, wie sich die Ergebnisse verändern bei geringeren Umlaufzyklen von 50 Umläufen. Eine Überprüfung der Angaben zum Waschprozess hat gewisse Unterschiede zu den Angaben in der Infrastudie gezeigt. Im Wesentlichen handelt es sich um die folgenden Unterschiede. Heute werden keine phosphathaltigen Waschmittel mehr eingesetzt und der Energie- und Wasserbedarf liegt höher. In dieser Arbeit wurden die neueren Werte verwendet.

2.2.2. **Verwendete Grundlagedaten**

Die Grundlagen beruhen auf folgenden Ökobilanzstudien:

- Ecoinvent 2000 Ökoinventar von Grundstoffen, Energien
- INFRAS 1995 Ökoinventar Transporte
- INFRAS 2002 Ökobilanz Einwegbecher - Mehrwegbecher
- PMWI Ökoinventare für Kunststoffe
- Vink et al. Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production

¹ Bei der KVA wurde die durchschnittliche Energienutzung berücksichtigt.

² Gemäss Angabe der Betreiberin des MW-Bechersystems

2.2.3. Berücksichtigung des Kompostes

Im Gegensatz zur Entsorgung in der KVA entsteht bei der Kompostierung ein Wertstoff, der weiter verwendet werden kann. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, wurden entsprechend der Norm ISO 14'040 die Systemgrenzen so erweitert, dass die Dünger, welche durch den Kompost ersetzt werden können, in die Betrachtung eingezogen wurden. Dies wurde so realisiert, dass dem Aufwenden für die Herstellung des Kompostes eine Gutschrift für die ersetzte Menge an mineralischem Dünger als Gutschrift gewährt wurde. Dabei wurden gemäss Angaben der Kompostberatung die folgenden durchschnittlichen Mengen an Nährstoffen pro t TS Kompost verwendet:

- 12 kg N
- 8 kg Phosphat
- 13 kg Kali
- 8 kg MgO
- 56 kg CaO

Die Energiegewinnung in der KVA (Fernwärme und Strom) wurde gemäss schweizerischem Durchschnitt berücksichtigt.

2.2.4. Berechnung von PLA und bioabbaubaren Kartonbechern

Für PLA gibt es keine publizierten Ökoinventare. Daher musste dieses Material bilanziert werden. Diese Bilanzierung stützte sich auf Angaben des Herstellers Cargill, welcher eine Lebenszyklusanalyse veröffentlicht hat, in der die benötigten Energien für die Produktion und die Abwasserbehandlung sowie die eingesetzten Rohstoffe und deren Mengen ausgewiesen sind. Abbildungen 1 zeigt die relevanten Komponenten, welche berücksichtigt wurden sowie deren Mengen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden in der Darstellung diejenigen Komponenten weggelassen, welche einen unwesentlichen Beitrag an die Umweltauswirkungen leisten, so wurden z. B. Materialien, welche in geringen Mengen verwendet wurden oder kürzere Transporte weggelassen. Ebenfalls wurden nur vier bzw. drei vorgelagerte Stufen dargestellt. In die Berechnungen flossen jedoch alle Komponenten bis zur Rohstoffgewinnung ein.

Für die Bilanzierung der Kartonbecher konnte auf Ökoinventare von Karton und Stärke zurückgegriffen werden. In Abbildung 2 sind die relevanten Komponenten des bioabbaubaren Kartonbechers aufgeführt.

Die Berechnung erfolgte mit der Ökobilanz-Software EMIS.

Abbildung 1 Darstellung der relevanten Komponenten des PLA Bechers

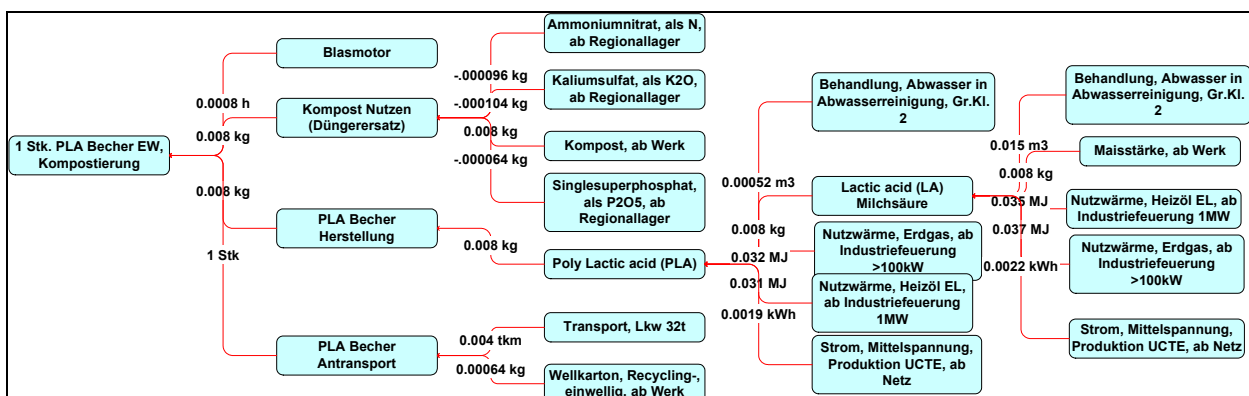
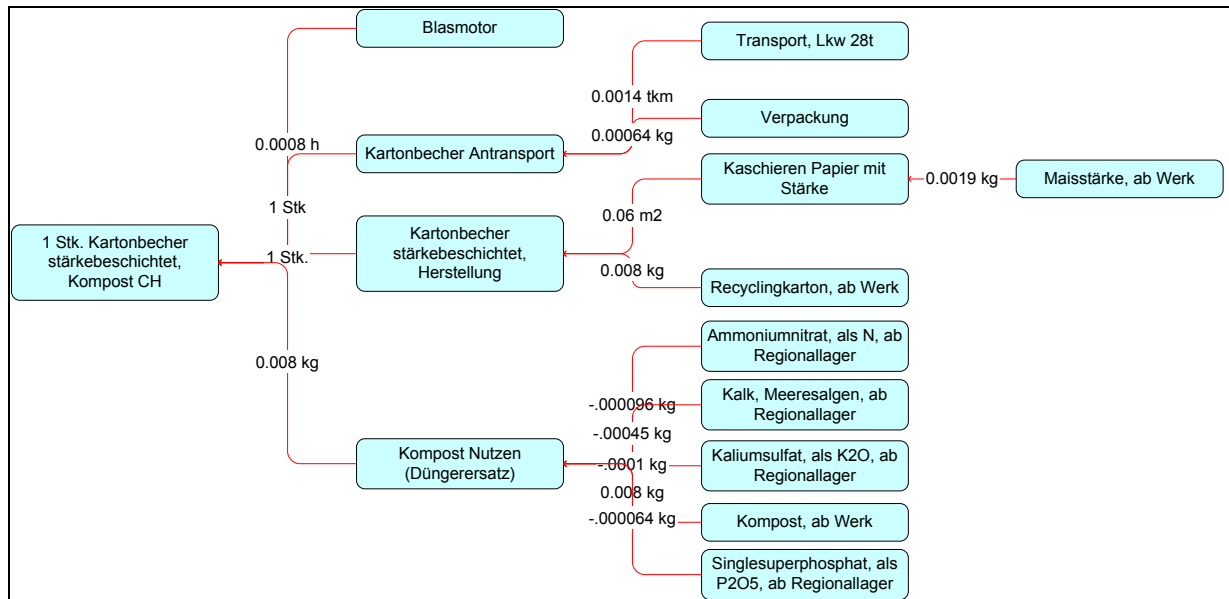


Abbildung 2 Darstellung der relevanten Komponenten des Bechers aus stärkebeschichtetem Recyclingkarton



2.3 Wirkbilanz

In der Wirkbilanz werden die Umweltauswirkungen der verschiedenen Stoffflüsse ausgewiesen. Im Rahmen dieser Studie werden die folgenden Auswirkungen berechnet:

- Treibhauspotential: Beitrag zur Erwärmung des Klimas aufgrund von Gasen wie z. B. CO₂, Methan und Lachgas gemäss IPCC 2001.
- Ozonbildungspotential: Beitrag zur Bildung von Ozon (Sommersmog) infolge der Emission von Stoffen wie z. B. organische Lösungsmittel und Stickoxiden (NO_x)
- Säurebildungspotential: Beitrag zur Versauerung von Böden und Gewässern zum Beispiel durch Stickoxide und Schwefeldioxid
- Energetische Ressourcen: Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen wie z. B. Erdöl und Erdgas
- Ökosystem Qualität: Beeinträchtigung von Ökosystemen durch die Emission von Schadstoffen gemäss dem Modell Impact 2002.
- Gesundheit: Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit durch die Emission von Schadstoffen gemäss dem Modell Impact 2002.

Die Ergebnisse der Wirkbilanz sind im Anhang aufgeführt.

2.4 Bewertung

Es gibt eine Vielzahl von Methoden, welche die Auswirkungen auf die Umwelt durch eine Kenngrösse beschreiben. Folgende Methoden wurden hier angewendet:

- die Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte, UBP)
- die Methode Eco-Indicator 99 mit der Gewichtung HA (hierarchist average)

Bei den UBP handelt es sich um eine in der Schweiz entwickelte Methode, welche sich auf die schweizerische Umweltpolitik abstützt. Die Methode Eco-Indicator 99 basiert auf der Berechnung der Schäden bezüglich menschlicher Gesundheit, Ökosystemqualität und Ressourcenbedarf und deren anschließenden Gewichtung.

Es gibt keine allgemein gültige Methode, welche als die 'Richtige' betrachtet werden kann, daher werden im Folgenden die Ergebnisse beider Methoden dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Methode Eco-Indicator zum heutigen Zeitpunkt die Gewässerbelastung durch eutrophierende Stoffe noch nicht berücksichtigt. Diese Umweltauswirkung ist vor allem bei landwirtschaftlichen Produkten relevant. Aus diesem Grunde werden die Ergebnisse für die Becher aus Nachwachsenden Rohstoffen zu gering bewertet. Die Methode wurde trotzdem verwendet, um die Ergebnisse der Bewertung abzustützen und um die Vergleichbarkeit mit der Infrac Studie zu ermöglichen. Letztere hat nur die Eco-Indicator 99 ausgewiesen.

3 Ergebnisse

3.1 Vergleich der Becher

In Abbildung 3 sind die Umweltauswirkungen gemessen in UBP und Eco-Indicator Punkten der verschiedenen Becher dargestellt. Die Unterschiede in der Bewertung ergeben sich vor allem durch die unterschiedliche Gewichtung der nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen und der Tatsache, dass die Methode Eco-Indicator 99 die Eutrophierung, welche beim landwirtschaftlichen Anbau entscheidend ist, nicht berücksichtigt wird. Entsprechend werden die nachwachsenden Rohstoffe bei der Methode Eco-Indicator 99 tendenziell zu gut bewertet. Durch die Verwendung beider Methoden ergibt sich somit eine Sensitivitätsanalyse bezüglich der Bewertung. Die Ergebnisse mit der Bewertungsmethode Eco Indicator 99 befinden sich im Anhang.

Trotz dieser unterschiedlichen Bewertung sind die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung der Aussagegenauigkeit eindeutig:

Die Verwendung von Mehrwegbechern ist eindeutig mit den geringsten Umweltauswirkungen verbunden.

Bei den Wegwerfbechern sind diejenigen aus Karton mit geringeren Umweltauswirkungen als diejenigen aus Kunststoffen verbunden. Die Becher aus PLA weisen zusammen mit den Bechern aus Polystyrol die höchsten Umweltauswirkungen der untersuchten Becher auf.

Eine Aufteilung der gesamten Umweltauswirkungen auf die verschiedenen Prozesse, siehe Abbildung 4 zeigt, dass die Herstellung bei den Einwegbechern mit Abstand den grössten Beitrag zu den Umweltauswirkungen leistet. Auf Grund des mehrfachen Gebrauches fällt die Herstellung bei den Mehrwegbechern nicht ins Gewicht.

Vergleich der transparenten Becher

Ein Vergleich derjenigen Becher, welche auf Grund der Anforderung nach Transparenz für Bier verwendet werden können, zeigt Abbildung 5. Daraus ist ersichtlich, dass durch den Einsatz von kompostierbaren Wegwerfbechern aus PLA an Stelle von Wegwerfbechern aus fossilen Rohstoffen die Umweltauswirkungen nicht reduziert werden, obwohl die PLA Becher kompostiert werden.

Vergleich der intransparenten Becher

Abbildung 6 zeigt, dass bei den Bechern für Süssgetränke und Mineralwasser bezüglich Umweltauswirkungen nicht die Kompostierbarkeit entscheidend ist, sondern die Verwendung von Recyclingkarton an Stelle von Karton aus Frischfasern. Durch die Verwendung von Recyclingkarton können die Umweltauswirkungen gegenüber Frischfaserkarton fast halbiert werden. Die Verwendung von PLA Beschichtung sowie die Kompostierung bewirken eine marginale Reduktion der Umweltauswirkungen gegenüber der PE-Beschichtung und der Entsorgung in der KVA.

Abbildung 3 Darstellung Umweltauswirkungen der Becher.
Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.

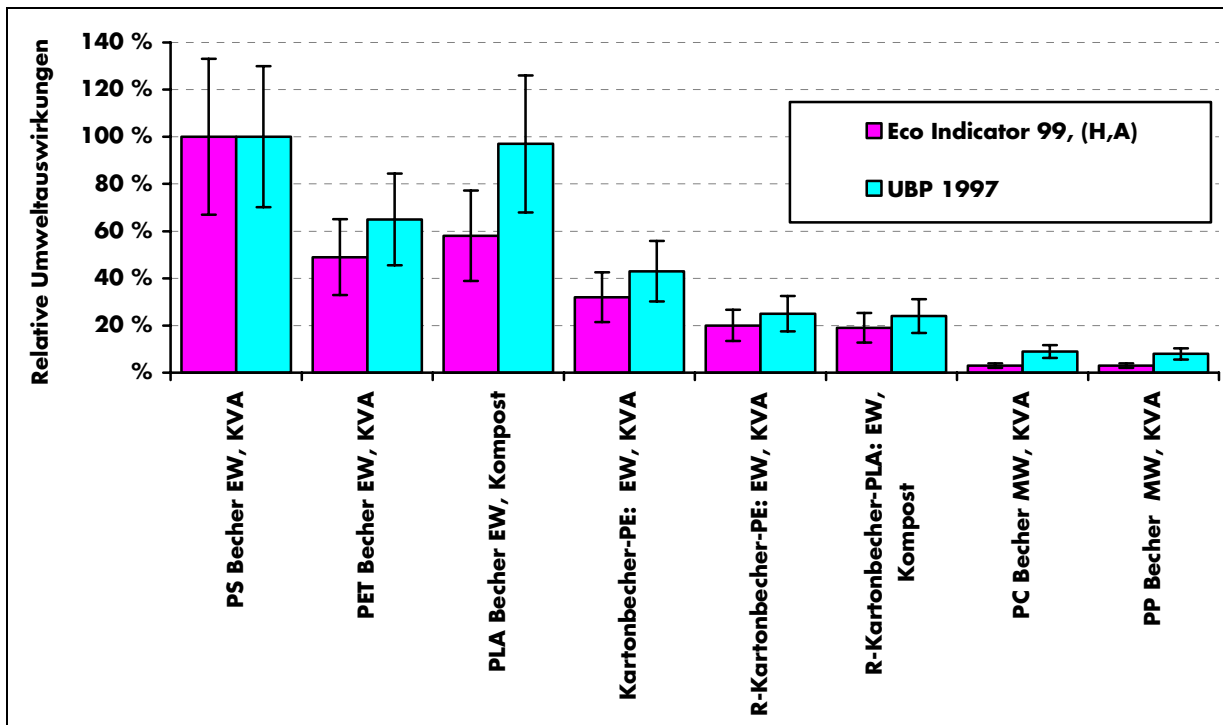


Abbildung 4 Relative Umweltauswirkungen gemessen in UBP 97 der verschiedenen Bechervarianten
Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.

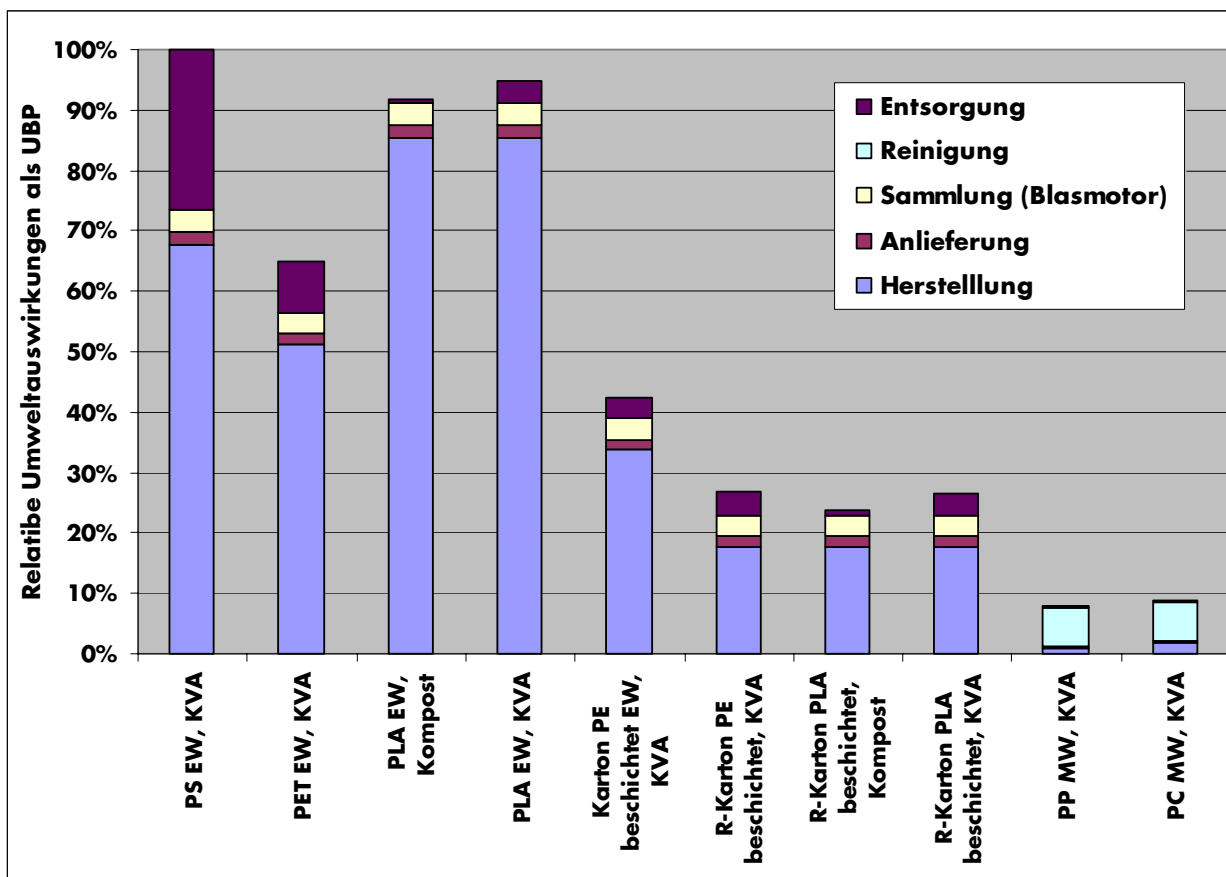


Abbildung 5 Relative Umweltauswirkungen gemessen in UBP der durchsichtigen Bechervarianten (Bier). Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.

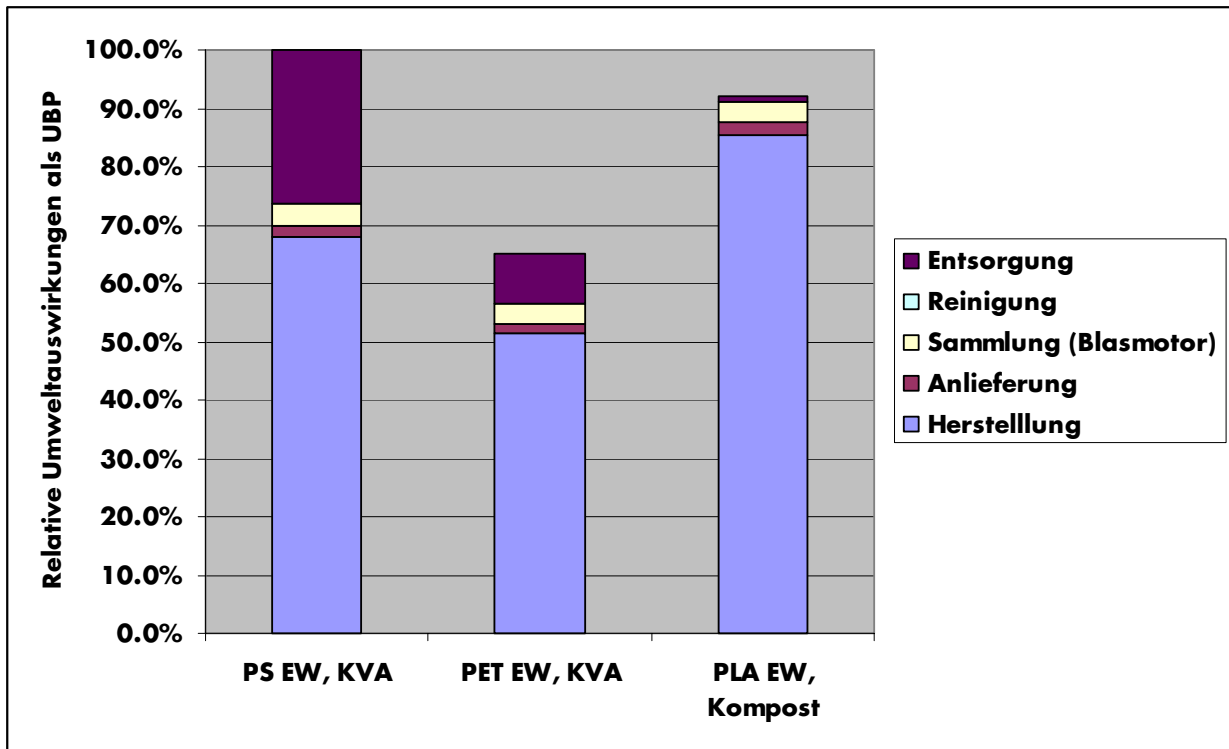
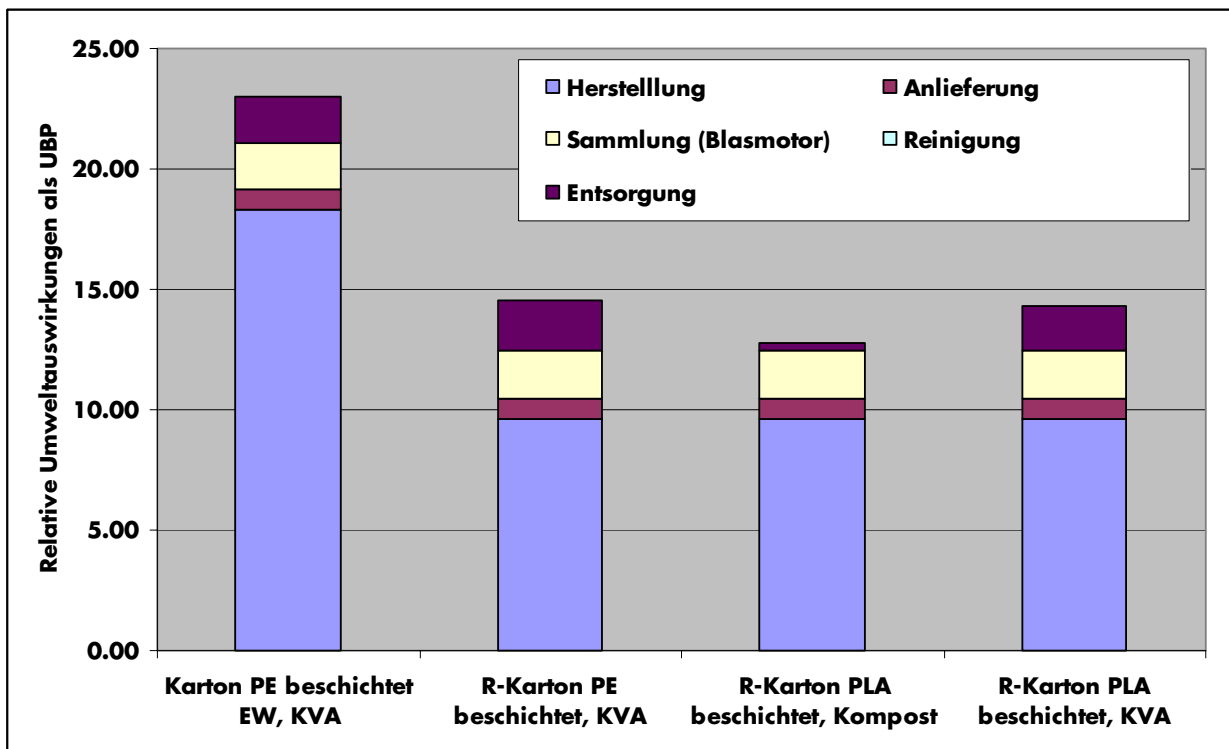


Abbildung 6 Relative Umweltauswirkungen gemessen in UBP der Bechervarianten für Süssgetränke. Die Umweltauswirkung wurde auf die höchste Auswirkung aller untersuchten Becher normiert.



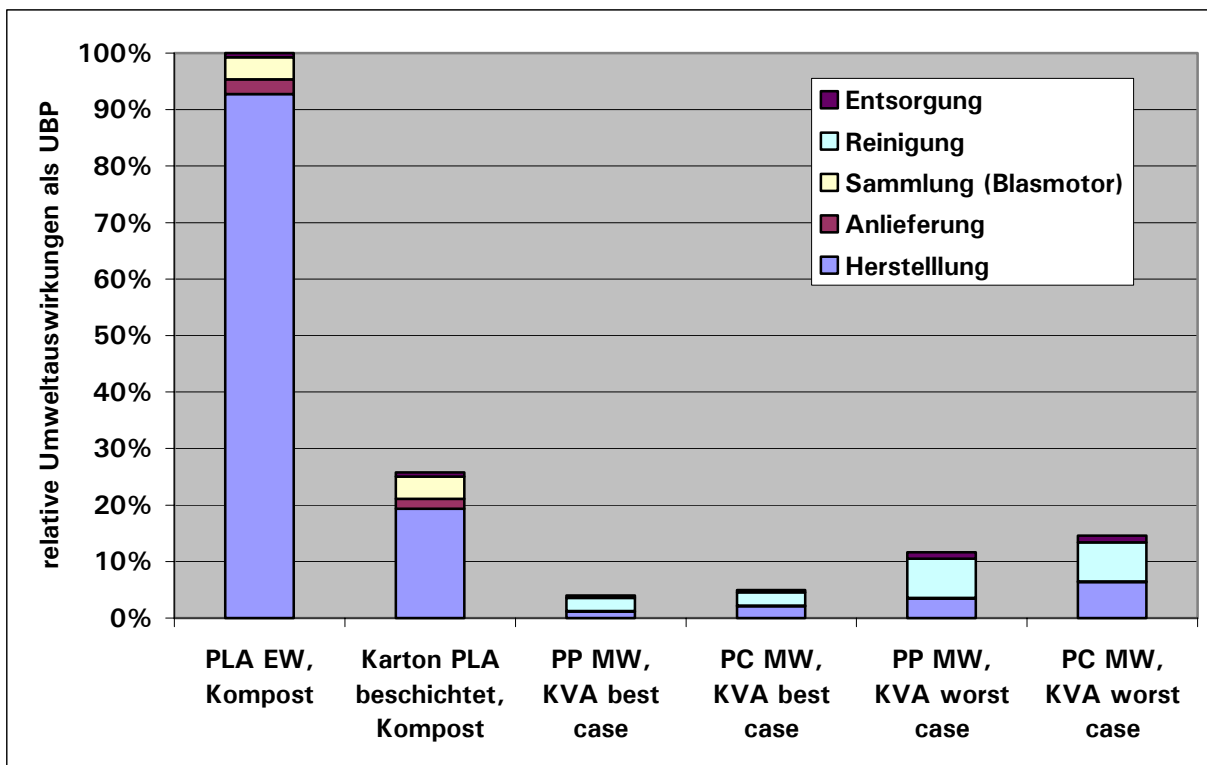
3.2 Sensitivitätsanalyse

Um die Aussagekraft der Ergebnisse abzusichern, wurde eine Sensitivitätsanalyse der wichtigsten Einflussgrößen durchgeführt. Dabei wurden bei den Mehrwegbechern die folgenden Angaben variiert und entsprechend ein best case und ein worst case Szenario berechnet. Bezüglich Umweltauswirkungen sind die Reinigung und die Anzahl Umlaufzyklen von Relevanz.

	Normalfall	Best case	Worst case
Umlaufzyklen	150	150	50
Energie zur Reinigung von 1000 Bechern	15.3 kWh	5 kWh	15.3 kWh

Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Umweltauswirkungen der Mehrwegbecher auch im schlechtesten Fall halb so hoch ist wie die beste Variante der bioabbaubaren Einwegbecher und sieben Mal geringer als die schlechte Variante der bioabbaubaren Einwegbecher. Im besten Fall sind die Umweltauswirkungen der Mehrwegbecher sieben Mal geringer als der beste bioabbaubare EW Becher und 25 Mal geringer als die schlechtere Variante der bioabbaubaren EW Becher.

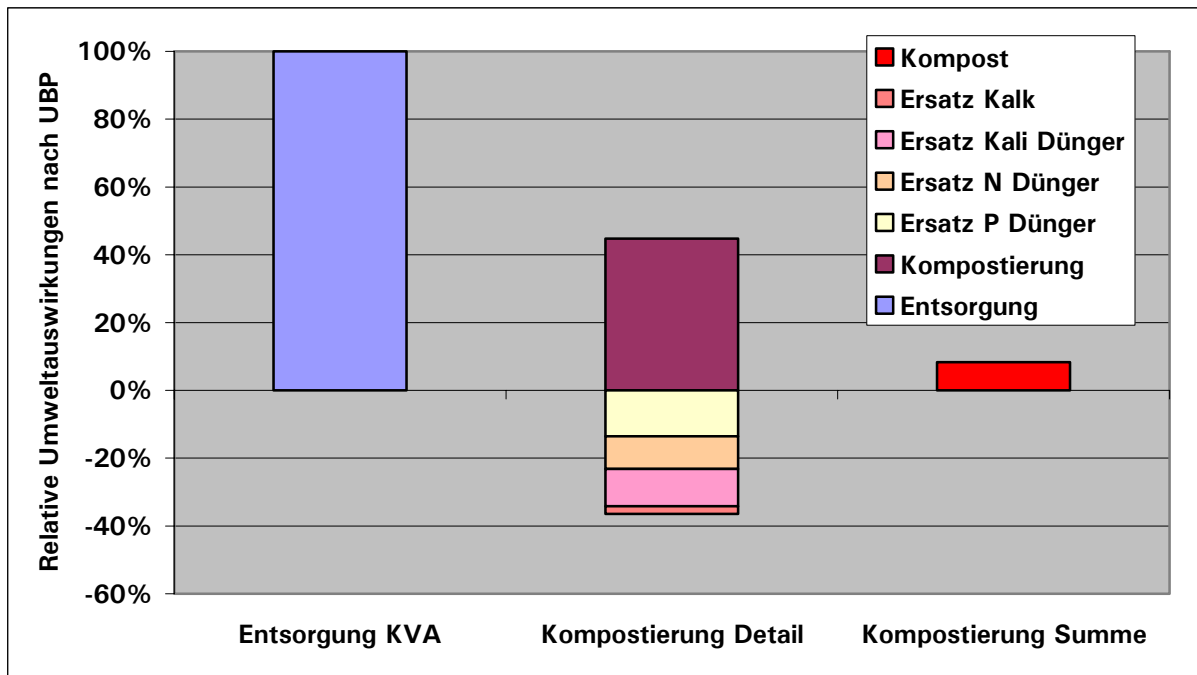
Abbildung 7 Relative Umweltauswirkungen gemessen in UBP 97 der verschiedenen Bechervarianten. Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.



3.3 Entsorgungsvarianten

Als Variante wurde untersucht, wie stark sich die Umweltauswirkungen unterscheiden, wenn die bioabbaubaren Becher in der KVA entsorgt anstatt kompostiert werden. Die Unterschiede sind marginal, obwohl die Kompostierung im Vergleich zur Entsorgung in der KVA wesentlich geringere Umweltauswirkungen verursacht, siehe 3.3. Der Grund dafür ist, dass die Entsorgung über den gesamten Lebensweg betrachtet eine untergeordnete Rolle spielt.

Abbildung 8 Vergleich der Umweltauswirkungen durch die Kompostierung von PLA im Vergleich zur Entsorgung in der KVA.
 Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.

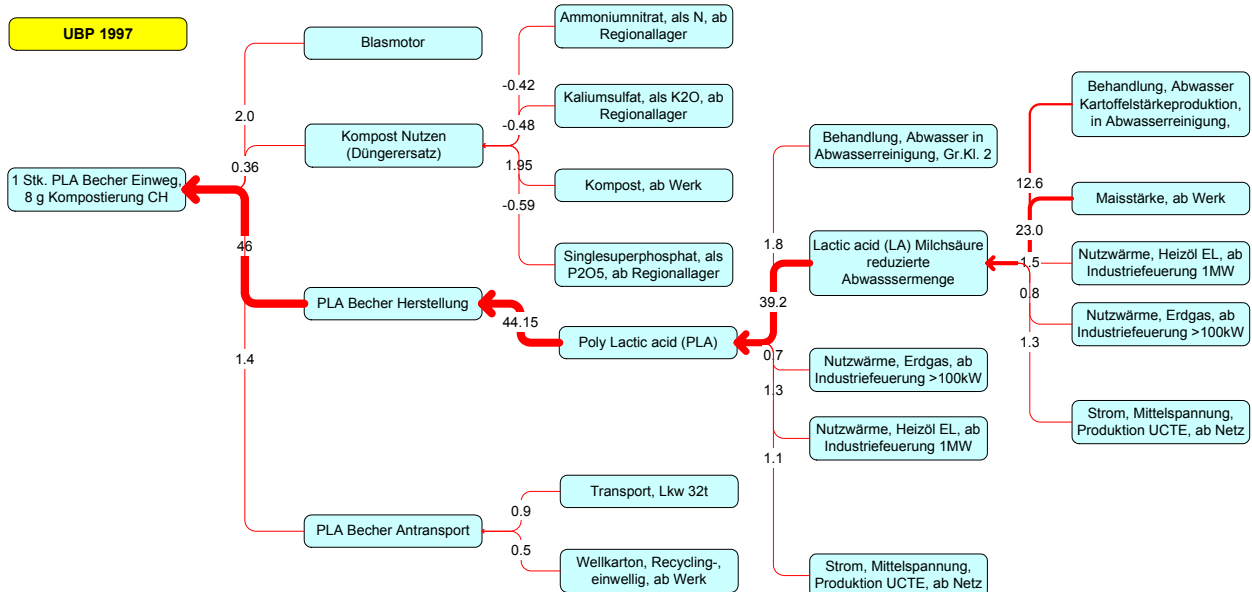


3.4 Herstellung von PLA

Es erstaunt, dass der Becher aus dem nachwachsenden Rohstoff PLA mit sehr hohen Umweltauswirkungen verbunden ist, auch wenn dieser kompostiert wird. Diese liegen in derselben Größenordnung wie die Becher aus Polystyrol und Polyester.

Wie Abbildung 9 zeigt, ergeben sich die hohen Umweltauswirkungen durch die Stärkeproduktion und die Umwandlung der Stärke in Milchsäure und Polymilchsäure (PLA). Bei dieser Produktion spielt die Abwasserbehandlung und die benötigte fossile Energie zur Produktion von PLA aus Mais eine wesentliche Rolle. Angaben zu diesen Prozessen lagen nur in Form von Angaben zum Primärenergiebedarf vor. Diese werden in einer Studie des Herstellers ausgewiesen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass diese nicht zu hoch angegeben worden sind. Um die gesamten Umweltauswirkungen berechnen zu können wurde angenommen, dass 80% der Energie in Form von Wärme und 20% in Form von Strom benötigt wird. Für die Abwasserbehandlung wurde eine typische Abwasserbehandlung verwendet. Als Kontrolle wurden die Ergebnisse mit Literaturwerten verglichen, dabei zeigte sich eine gute Übereinstimmung bezüglich dem energetischen Ressourcenbedarf und dem Treibhauspotential. Andere Vergleichswerte lagen nicht vor. Die Ergebnisse scheinen daher plausibel zu sein, auch wenn sie unerwartet hoch sind.

Abbildung 9 Darstellung der relevanten Umweltauswirkungen im Lebenszyklus von PLA



4 **Schlussfolgerungen**

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Einweg- und Mehrwegbecher, welche auf dem Markt erhältlich sind, untersucht. Dabei wurden sowohl Becher aus fossilen Rohstoffen wie auch kompostierbare Einwegbecher analysiert. Die untersuchten Systeme lassen die folgenden Schlussfolgerungen zu:

Vergleich aller untersuchten Becher

Die Mehrwegbecher haben eine signifikant geringere Umweltbelastung als die Einwegbecher. Diese ist um Faktoren vier bis zwanzig geringer als diejenige von Einwegbechern.

Vergleich der Einwegbecher

Es gibt grosse Unterschiede bei den Umweltauswirkungen der Einwegbecher. Die geringsten Auswirkungen haben die Becher aus Karton.

Einsatz von Nachwachsenden Rohstoffen

Der Einsatz von Nachwachsenden Rohstoffen kann nicht grundsätzlich empfohlen werden. Der stärkebeschichtete Becher aus Recyclingkarton verursacht geringe Umweltauswirkungen im Vergleich zu EW Bechern aus fossilen Kunststoffen, jedoch hohe im Vergleich zu MW-Bechern.

Becher aus PLA sind mit recht hohen Umweltauswirkungen verbunden, welche ähnlich sind wie EW Bechern aus fossilen Rohstoffen.

Kompostierbarkeit

Die Kompostierbarkeit von Getränkebechern garantiert noch keine geringe Umweltauswirkung. Die Umweltauswirkungen der Entsorgung sind marginal im Vergleich zur Herstellung.

Empfehlung

Der Einsatz von Mehrwegbechern an Grossveranstaltungen ist aus ökologischer Sicht eindeutig zu empfehlen. Falls der Einsatz von Mehrwegbechern nicht möglich ist, so sind EW-Becher aus Recyclingkarton zu empfehlen.

5 Literatur

- PMWI, APME (1996): Ecoprofile of Plastics
- EcolInvent 2000 (2003): Ökoinventare von Energiesystemen, Transporten und Grundmaterialien
- EMPA (2001) Ökobilanz von Konstruktionen im Garten- und Landschaftsbau
- INFRAS (1995): Ökoinventar Transporte.
- INFRAS 2002 Ökobilanz Einwegbecher - Mehrwegbecher
- Goedkoop M. (2000): The Eco-Indicator 1999, Amersfoort
- Heijungs (1992): "Environmental Live Cycle Analysis of Products", Centrum voor Milieukunde, Leiden.
- Kompostberatung: www.kompostberatung.ch/home/s_kompostiere_bringts.html
- Koordinationsgruppe des Bundes für Energie- und Ökobilanzen (1992): Regeln zur Datenerfassung für Energie- und Stoffflussanalysen, BEW, BUWAL, Amt für Bundesbauten, Bundesamt für Energiefragen.
- SRU Nr. 297 (1998): Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit, Ökofaktoren 1997, BUWAL Schriftenreihe Umwelt, Bern
- Vink et al. Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production, in "Polymer degradation and stability", Elsevier, 2002

Anhang: Darstellung der einzelnen Umweltauswirkungen

Abbildung 10 Darstellung des Bedarfs an nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen und des Treibhauspotentials

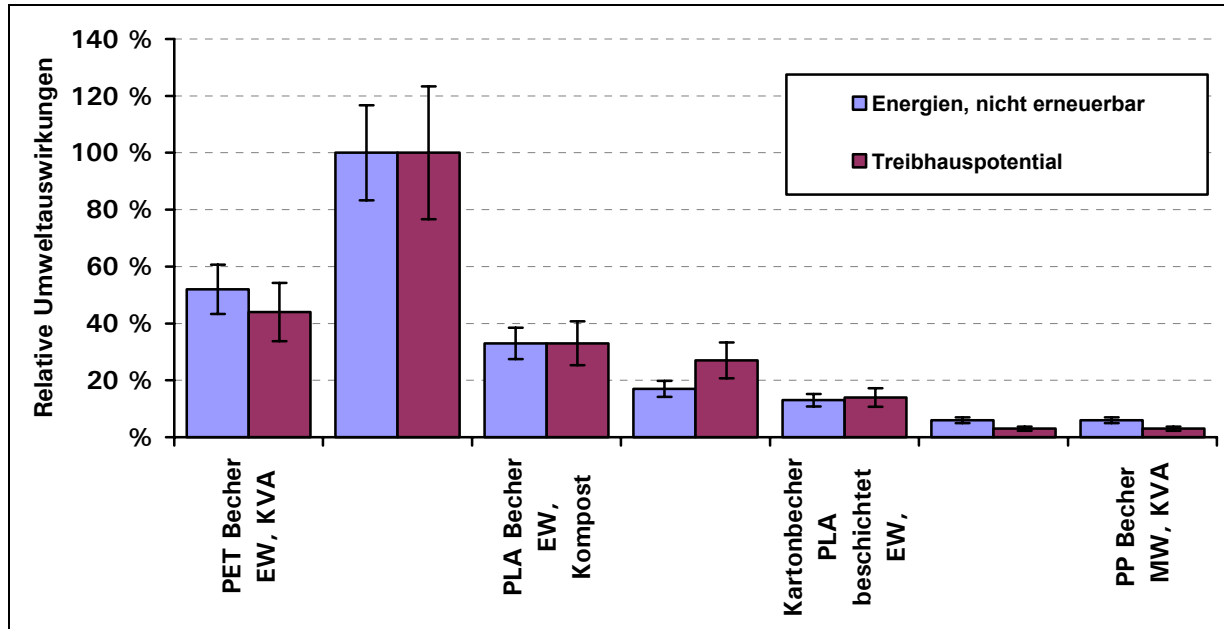


Abbildung 11 Relative Umweltauswirkungen der verschiedenen Bechervarianten

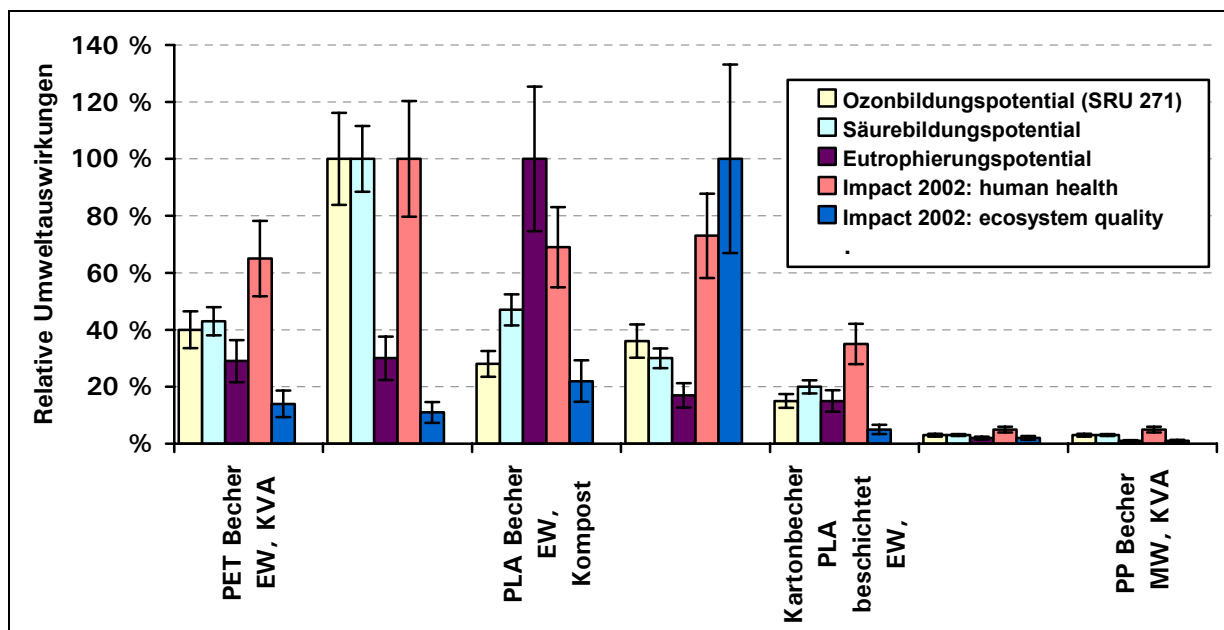


Abbildung 12 Relative Umweltauswirkungen gemessen in Eco Indicator 99 der verschiedenen Bechervarianten.
 Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.

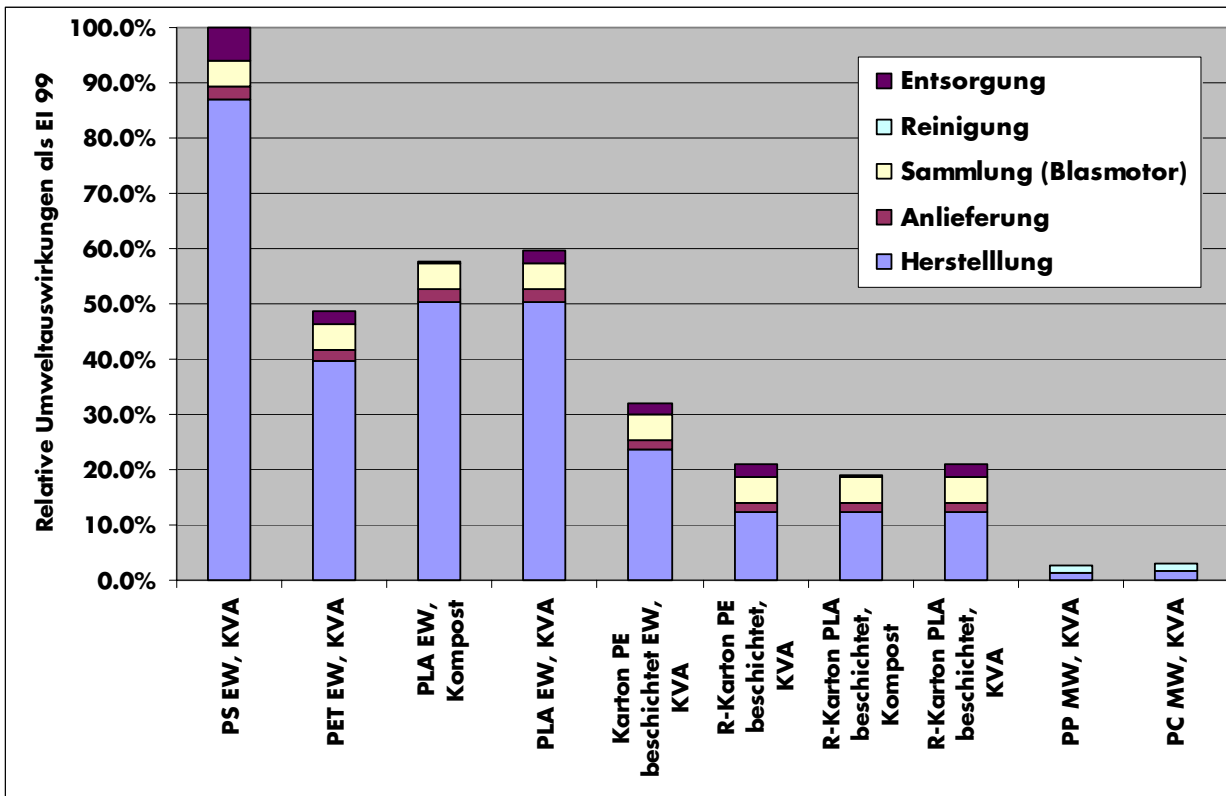


Abbildung 13 Relative Umweltauswirkungen gemessen in Eco Indicator 99 der durchsichtigen Bechervarianten (Bier).
 Die höchste Umweltauswirkung wurde auf 100% normiert.

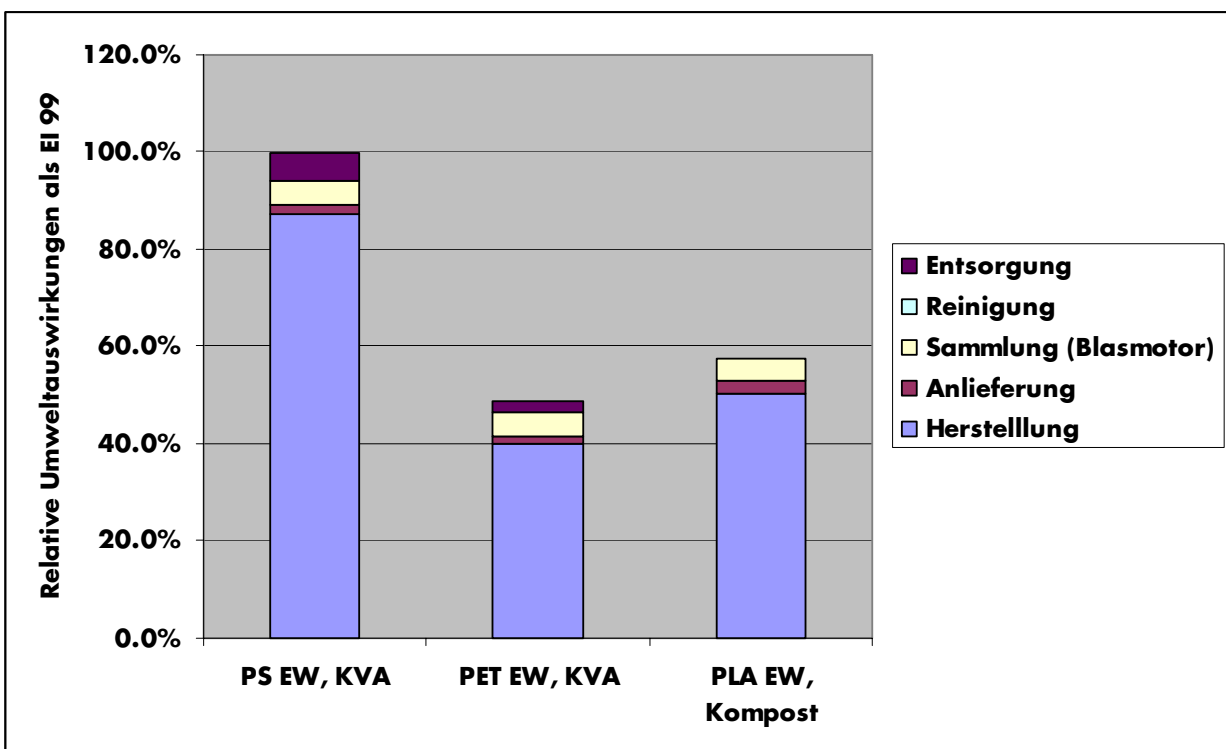


Abbildung 14 Relative Umweltauswirkungen gemessen in Eco-Indicator 99 der Bechervarianten für Süssgetränke.
Die Umweltauswirkung wurde auf die höchste Auswirkung aller untersuchten Becher normiert.

