



# Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Getränkeausschank an Veranstaltungen

Fokus auf Großveranstaltungen am Beispiel der  
Fußballeuropameisterschaft UEFA EURO 2008™  
in Österreich und in der Schweiz und dem  
Fußballbundesligabetrieb in Deutschland

Expertise von:  
Österreichisches Ökologie-Institut,  
Firma Carbotech AG und  
Öko-Institut e.V. Deutschland

Wien, Basel, Darmstadt  
24. September 2008

## AutorInnen:

DI Christian Pladerer, DI Markus Meissner,  
Österreichisches Ökologie-Institut, Wien, A

Dr. Fredy Dinkel, Dipl. sc. nat. Mischa Zschokke, Carbotech AG, Basel, CH

DI Günter Dehoust, Dr. Doris Schüler, Öko-Institut e.V., Freiburg/Darmstadt/Berlin, D

Im Auftrag von:

BMLFUW Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und  
Wasserwirtschaft und BAFU Schweizer Bundesamt für Umwelt

Unterstützt von:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Deutschland) und den  
Städten/Ländern:

Basel - Bern - Hannover – Klagenfurt (Kärnten) - Salzburg - Wien – Zürich

## Impressum

DI Christian Pladerer

Österreichisches Ökologie-Institut

Seidengasse 13

A-1070 Wien

Tel +43 (0) 699 1523 61 01

[pladerer@ecology.at](mailto:pladerer@ecology.at)

[www.ecology.at](http://www.ecology.at)

Dr. Fredy Dinkel

Carbotech AG

Eulerstrasse 68

CH-4051 Basel

Tel +41 (0) 61 206 95 22

[f.dinkel@carbotech.ch](mailto:f.dinkel@carbotech.ch)

[www.carbotech.ch](http://www.carbotech.ch)

DI Günter Dehoust

Öko-Institut e.V.; Büro Darmstadt:

Rheinstraße 95

D-64295 Darmstadt

Tel +49 (0) 6151 8191 38

[g.dehoust@oeko.de](mailto:g.dehoust@oeko.de)

[www.oeko.de](http://www.oeko.de)

Anmerkung: Sämtliche Formulierungen (z.B. "Betreiber", "Kunde", "Gastronom" etc.) in diesem Text sind zum Zweck der leichteren Lesbarkeit geschlechtsneutral gehalten, gelten jedoch gleichermaßen für Frauen und Männer.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>AUSGANGSSITUATION.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>LITERATURSTUDIE ZUM VERGLEICH VON GETRÄNKEBECHERN .....</b>	<b>15</b>
3.1	Grundsätze in der Vergleichbarkeit und Aussagekraft von Ökobilanzen .....	15
3.2	Veröffentlichte Publikationen zum Systemvergleich von Bechersystemen .....	16
3.3	Ergebnisse und Zitate .....	17
3.4	Zusammenfassung der Literaturrecherche .....	19
<b>4</b>	<b>QUALITATIVE ASPEKTE BEIM EINSATZ VON GETRÄNKEBECHERN .....</b>	<b>21</b>
4.1	<b>Sicherheitsaspekte beim Einsatz von Getränkebechern .....</b>	<b>21</b>
4.1.1	Funktionen von Getränkebechern .....	21
4.1.2	Sicherheitsregelungen für und bei Fußballmeisterschaften .....	22
4.1.2.1.1	Vorbemerkungen zur FIFA Fußballweltmeisterschaft Deutschland 2006™ .....	22
4.1.2.1.2	Sicherheitsregelungen für die UEFA EURO 2008™ .....	23
4.1.3	Veranstaltungsgesetze in Österreich .....	25
4.1.4	Schweizer Gesetzeslage bezüglich Veranstaltungen .....	26
4.2	<b>Biologisch abbaubare Kunststoffe beim Einsatz als Getränkebecher: Kompostierbarkeit und gentechnische Aspekte.....</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>METHODIK UND VORGEHEN .....</b>	<b>30</b>
5.1	Quantitative ökologische Beurteilung .....	30
5.2	Problemstellung und Rahmenbedingungen .....	32
5.3	Systemgrenzen .....	33
5.4	Funktionelle Einheit.....	34
<b>6</b>	<b>SACHBILANZ .....</b>	<b>35</b>
6.1	Rahmenbedingungen EURO, Ligabetrieb, Public Viewing .....	35
6.2	Charakterisierung der untersuchten Systeme .....	38
6.3	<b>Wichtige Einflussgrößen .....</b>	<b>39</b>
6.3.1	Entwicklungsstände der Bechersysteme .....	39
6.3.2	Verwertung der Becher .....	39
6.3.3	Transporte .....	40
6.3.4	Umlaufzyklen.....	42
6.3.5	Heimnutzung bei Mehrweggetränkebecher .....	43
6.4	<b>Szenarien Einwegbecher .....</b>	<b>47</b>
6.4.1	Szenarien Einwegbecher für PS und PET .....	48
6.4.2	Szenario Einwegbecher Karton beschichtet .....	49
6.4.3	Szenarien Einwegbecher PLA.....	50
6.4.4	Szenarien Einwegbecher BELLAND®Material .....	52

<b>6.5</b>	<b>EURO Szenarien Mehrwegbecher PP</b>	<b>54</b>
6.5.1	Szenario Mehrwegbecher PP EURO mit Branding „Souvenir“	55
6.5.2	Szenario Mehrwegbecher PP EURO mit Branding „Experten“	56
<b>6.6</b>	<b>Ligabetrieb Szenarien Mehrwegbecher PP</b>	<b>58</b>
6.6.1	Szenarien Mehrwegbecher PP „Ligabetrieb“ (Bundesliga)	58
6.6.2	Szenarien Mehrwegbecher PP „Hannover-Ligabetrieb“	59
6.6.3	Szenarien Mehrwegbecher PP „Ligabetrieb, unbedruckt“ (Bundesliga)	59
6.6.4	Szenarien Mehrwegbecher PP „Public Viewing“ (Wien)	60
<b>7</b>	<b>WIRKBILANZ</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>BEWERTUNG</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>65</b>
<b>9.1</b>	<b>UEFA EURO 2008™</b>	<b>65</b>
9.1.1	Bewertungen nach UBP 2006 und Eco-indicator 99	65
9.1.2	Bewertung nach der UBA-Methode	70
9.1.2.2.1	distance-to-target (Abstand zum angestrebten Umweltziel)	71
9.1.3	Einzelbetrachtungen für GWP und KEA	76
9.1.4	Einfluss der Heimnutzung	78
9.1.5	Sensitivitätsbetrachtungen	79
<b>9.2</b>	<b>Ligabetrieb Deutschland und Public Viewing</b>	<b>83</b>
9.2.1	Bewertungen nach UBP 2006 und Eco-indicator 99	83
9.2.2	Bewertung nach der UBA-Methode	85
9.2.3	Einzelbetrachtungen für GWP und KEA	86
9.2.4	Sensitivitätsbetrachtungen	88
<b>10</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>90</b>
<b>11</b>	<b>KRITISCHER REVIEW BERICHT</b>	<b>92</b>
<b>12</b>	<b>ANHANG</b>	<b>94</b>
12.1	Literatur- und Quellenverzeichnis	94
12.2	Abkürzungen und Glossar	98
12.3	Tabellenverzeichnis	100
12.4	Abbildungsverzeichnis	101
<b>12.5</b>	<b>Flussdiagramme der untersuchten Szenarien</b>	<b>104</b>
12.5.1	Einwegszenarien	104
12.5.2	Mehrwegbecher-Szenarien	112
<b>12.6</b>	<b>Ausgewählte weitere Ergebnisdiagramme zu Sensitivitäten der Szenarien „EURO“</b>	<b>118</b>
<b>12.7</b>	<b>Weitere Ergebnisdiagramme zu Sensitivitäten der Szenarien „Ligabetrieb Deutschland und Public Viewing“</b>	<b>119</b>

# 1 Zusammenfassung

## Ausgangslage

Österreich, die Schweiz und die EURO 2008 SA haben sich im Juni 2007 gemeinsam mit der Unterzeichnung der Nachhaltigkeits-Charta verpflichtet, ökologische, wirtschaftliche und soziale Maßnahmen bei der UEFA EURO 2008™ zu unterstützen. Im Umweltbereich liegt eine Zielsetzung darin, auch im Verpflegungsbereich Systeme zu verwenden, welche mit möglichst geringen Umweltauswirkungen verbunden sind, und damit nachhaltige Standards für künftige Großveranstaltungen zu setzen, wie bspw. durch ökologisch optimale Gebinde beim Getränkeauschank. Verschiedene Hersteller und Betreiber von Getränkebechern verweisen auf die ökologischen Vorteile ihrer Systeme. Entsprechend ist eine große Unsicherheit darüber entstanden, welches System nun aus ökologischer Sicht für Sportgroßveranstaltungen wie die UEFA EURO 2008™ die beste Variante ist. Die Studie bezieht sich auf den Getränkeauschank bei Großveranstaltungen und kann nicht notwendigerweise auf andere Anwendungen übertragen werden.

Die Umweltministerien aus Österreich, der Schweiz und Deutschland haben mit Unterstützung der Länder bzw. Städte Basel, Bern, Hannover, Klagenfurt, Salzburg, Wien und Zürich das Österreichische Ökologie-Institut, das Deutsche Öko-Institut e.V. und die Schweizer Firma Carbotech AG beauftragt, eine vergleichende Ökobilanzierung unterschiedlicher Bechersysteme zu erstellen, wobei die aktuellen Erfahrungen von der FIFA WM 2006™ in Deutschland und spezifische Rahmenbedingungen einer Fußballeuropameisterschaft berücksichtigt werden sollten.

Damit soll eine aktuelle Entscheidungsgrundlage erarbeitet werden, welche Getränkebechersysteme aus ökologischer Sicht zu bevorzugen sind. Die Ergebnisse wurden der EURO 2008 SA und den Getränkesponsoren am 8. November 2007 in Nyon (Schweiz) präsentiert.

## Methode

In der vorliegenden Ökobilanzierung wurde der Einsatz verschiedener auf dem Markt erhältlicher Ein- und Mehrwegbecher bei Großveranstaltungen wie der UEFA EURO 2008™ analysiert. Dabei wurden die Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet. Die Gesamtbewertung erfolgte mittels zweier anerkannter aggregierender Methoden anhand von Eco-Indikatoren und Umweltbelastungspunkten. Ein externes Critical Review durch Paul W. Gilgen der EMPA bestätigte die Korrektheit des Vorgehens und der Methodenanwendung sowie die Robustheit der Schlussfolgerungen und Empfehlungen in der Studie. Weiter bescheinigt er, dass die Studie eine praxistaugliche Antwort auf die Frage des Auftraggebers liefert.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Der bereits beauftragte Critical Reviewer Ass. Prof. Martin Patel konnte auf Grund von zeitlichen Verzögerungen bei der Projektabwicklung das Projekt nicht bis zum Ende begleiten. Daher war es notwendig das Critical Review kurzfristig neu zu vergeben. Dafür konnte Herr Paul W. Gilgen gewonnen werden, der langjährige Erfahrungen bei der Erstellung und dem Review von Ökobilanzen gerade auch im Verpackungsbereich hat.

Untersucht wurden sowohl Becher aus fossilen und nachwachsenden Rohstoffen sowie biologisch abbaubare Materialien. Als Vergleichsbasis wurde die Ausgabe von einem Getränk in einem 0,5 Liter Becher (Bier bzw. Softdrinks) gewählt. Entsprechend dem Ökobilanzansatz wurden folgende umweltrelevante Prozesse über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet:

- Bereitstellung der Grundmaterialien wie Kunststoffe, Karton, PLA etc.;
- Verarbeitung der Materialien, Beschichtung der Materialien und Herstellung der Becher;
- Bereitstellung der benötigten Energieträger;
- Transporte;
- Reinigung der Mehrwegbecher;
- Aufwendungen für die Verwertung bzw. Entsorgung.

Folgende Umweltauswirkungen bzw. Umweltindikatoren wurden dabei berücksichtigt:

- Einfluss auf das Klima durch das Treibhauspotential (Global Warming Potential GWP);
- Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen wie z.B. Erdöl oder Erdgas durch den kumulierten Energieaufwand (KME);
- Beitrag zur Bildung von Ozon (Sommersmog) durch Ozonbildungspotential;
- Beitrag zur Versauerung von Böden und Gewässern durch Säurebildungspotential;
- Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Humantoxizität);
- Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen durch die Emission von Stoffen (Ökotoxizität);
- Veränderung des Nährstoffgleichgewichtes in Boden und Wasser durch Eutrophierung oder Überdüngung;
- Einfluss auf die Biodiversität durch die Flächennutzung und deren Veränderung.

Es wurden Einweggetränkebecher aus den Kunststoffen PET (Polyethylenterephthalat) und PS (Polystyrol), aus beschichtetem Karton, aus dem biologisch abbaubaren Kunststoff PLA (Polylactide) und aus dem BELLAND®Material entlang ihres Lebensweges analysiert.

Dabei wurde u.a. unterschieden, ob die Getränkebecher nach ihrem einmaligen Gebrauch in einer Müllverbrennungsanlage behandelt bzw. entsorgt oder stofflich verwertet oder, dort wo dies möglich ist, kompostiert werden.

Im Falle der Mehrweggetränkebecher aus dem Kunststoff PP (Polypropylen) wurden auch verschiedene Szenarien berechnet. Der wesentliche Unterschied der Systeme entsteht durch ein eventuelles „UEFA EURO 2008™ Branding“, das eine gewerbliche Nutzung der Getränkebecher nach der UEFA EURO 2008™ verbieten könnte. Mitgenommene Getränkemehrwegbecher ersetzen jedoch entweder ein Souvenir mit gleichem Materialaufwand, oder werden zusätzlich zu einem Fanartikel mitgenommen, oder finden zu Hause eine Weiterverwendung als Getränk-

kebecher und ersetzen somit entweder Einwegbecher oder einen Mehrwegbecher. Die Art der Nutzung der mitgenommenen Getränkebecher wurde mit einem ExpertInnenpanel diskutiert. Diese Ergebnisse flossen in die Berechnungen ein.

Die Angaben zu den Umlaufzyklen und Mitnahmequoten bei der UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> basieren auf Erfahrungen aus der FIFA WM 2006<sup>TM</sup>, auf Angeboten von eventuellen Systembetreibern für die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> und auf eigenen Modellrechnungen. Diese Quellen wurden genutzt, um die Plausibilität zu prüfen. Im Zweifelsfall wurden für die Mehrwegbechersysteme eher konservative Werte (d.h. nachteilige) verwendet, z.B. wurde eine Sicherheitsmarge berücksichtigt, welche dazu führt, dass relativ viele Becher einer Verwertung / Entsorgung zugeführt werden müssen, falls die Weiternutzung nicht erlaubt ist. Dem gegenüber wurde bei den Einwegbechern keine Sicherheitsmarge mitkalkuliert. Die Einwegbecher erhalten dadurch einen Vorteil. Für die Bewertung wurden die gebräuchlichen Methoden, das UBA-Verfahren (Umweltbundesamt, Dessau) sowie die gesamttaggregierenden Methoden «Eco-indicator 99» und die «Methode der ökologischen Knappheit, Ökofaktoren 2006» (UBP 2006) herangezogen.

Die Ergebnisse wurden durch Sensitivitätsanalysen umfassend auf ihre Robustheit untersucht. Auf diese Weise ließ sich der Einfluss von Änderungen in den Bilanzfestlegungen bzw. von einer unsicheren Datenlage in einzelnen Modulen erkennen und in die abschließende Bewertung integrieren.

## Resultate

Wie bei allen Ökobilanzen gelten die Ergebnisse nur für die untersuchten Systeme bzw. Produkte. Es ist nur beschränkt zulässig Rückschlüsse auf andere Anwendungen zu machen, auch wenn sie ähnlich gelagert sind. Für verlässliche Resultate müssen die notwendigen Anpassungen gemacht werden. Es wurden der Fragestellung gemäß nur die Bechersysteme bzw. Getränkebechermaterialien untersucht, die für den Einsatz bei der EURO 2008 in Frage kamen. Insbesondere die neuen Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen (PLA) oder die recyclingfähigen Materialien (BELLAND®Material) sind in einem frühen Entwicklungsstadium und lassen zukünftig Verbesserungen erwarten, die ebenfalls nicht untersucht wurden. Auch die klassischen Einwegsysteeme oder die Mehrwegsysteeme lassen noch Optimierungen erwarten, wie z.B. PET-Recycling bei EW oder Gewichtersparnisse bei MW Bechern. Solche Optimierungen sind ebenfalls nicht in die Bilanzen eingeflossen, da sie für die Anwendung bei der EURO 2008 nicht relevant sind.

Streng genommen beziehen sich demzufolge die Ergebnisse ausschließlich auf die Anwendung der untersuchten Materialien in ihrem momentanen Entwicklungsstand. Außerdem beziehen sich die Bilanzen auf die abfallwirtschaftliche Situation in den untersuchten Ländern (Schweiz, Österreich, Schweiz), in denen überwiegend die Müllverbrennung als Restmüllbeseitigungsverfahren vorherrscht. Für Länder, die noch in großem Umfang auf die Deponierung des Restmülls setzen, könnten sich die Ergebnisse deutlich unterscheiden.

Die untersuchten Getränkebechersysteme lassen die folgenden Schlussfolgerungen zu:

- Alle Mehrwegbecherszenarien weisen gegenüber den betrachteten Einwegszenarien geringere Umweltbelastungen auf. Wobei die Unterschiede bei allen untersuchten Bechern signifikant sind, mit Ausnahme des Kartonbechers, bei dem die Unterschiede nur beschränkt signifikant sind.
- Für das beste Einwegbecherszenario werden doppelt so viele Umweltbelastungspunkte (UBP) ausgewiesen wie für das ungünstigste Mehrwegbecherszenario, bei dem aufgrund des Brandings eine Nachnutzung nicht möglich ist (PP EURO mit Branding (Souvenir)).
- Innerhalb der Mehrwegbecherszenarien schneidet das Szenario mit Nachnutzung der Becher (PP EURO ohne Branding) tendenziell am Besten ab.
- Die Bilanzen für den deutschen Ligabetrieb und das Public Viewing bestätigen diese Ergebnisse!
- Einen wichtigen Einfluss auf die Ergebnisse nehmen die Anzahl der mitgenommenen Becher, deren Einfluss auf die Umlaufzahlen und die Art der in der Bilanz angesetzten Heimnutzung, die nach dem Grundsatz der Ökobilanz, den gesamten Lebenszyklus der Produkte zu untersuchen, nicht ausgespart werden kann. Deshalb wurde diesen Aspekten besonders viel Beachtung geschenkt (vgl. Kapitel 6.3.4 und 6.3.5).
- Biologisch abbaubare Einweggetränkebecher aus PLA (Polylactide) stellen keine ökologisch vergleichbare Alternative zu Mehrwegbechern dar. Die Kompostierbarkeit der Becher führt nicht zu geringeren Umweltauswirkungen, da mit der Kompostierung dieses Kunststoffes kein nennenswerter ökologischer Nutzen verbunden ist. Zudem sind die Auswirkungen der Entsorgung marginal im Vergleich zur Herstellung der Becher.
- Die Umweltbelastungen der PLA Einweggetränkebecher sind vergleichbar mit jenen von PET Einweggetränkebechern und deutlich über jenen der Einweggetränkebecher aus Karton.
- Die gesamt aggregierte Umweltbelastung von Einweggetränkebechern aus BELLAND®Material liegt im Bereich derjenigen von herkömmlichen Einweggetränkebechern wie beispielsweise PET. Das gilt bei einem theoretisch zu Grunde gelegten funktionierenden Recycling. Der Beweis für ein funktionierendes Kreislaufsystem von BELLAND®Material muss in der Praxis erst erbracht werden.



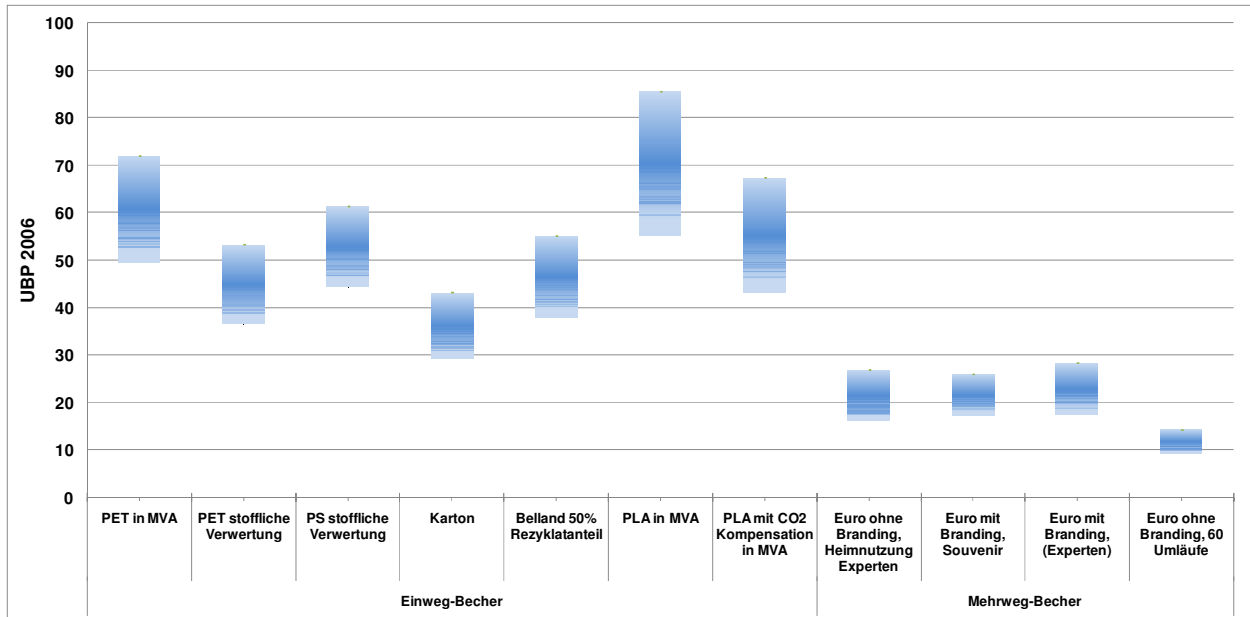


Abbildung 1: Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode UBP 2006 mit Angabe der Fehlerbandbreiten

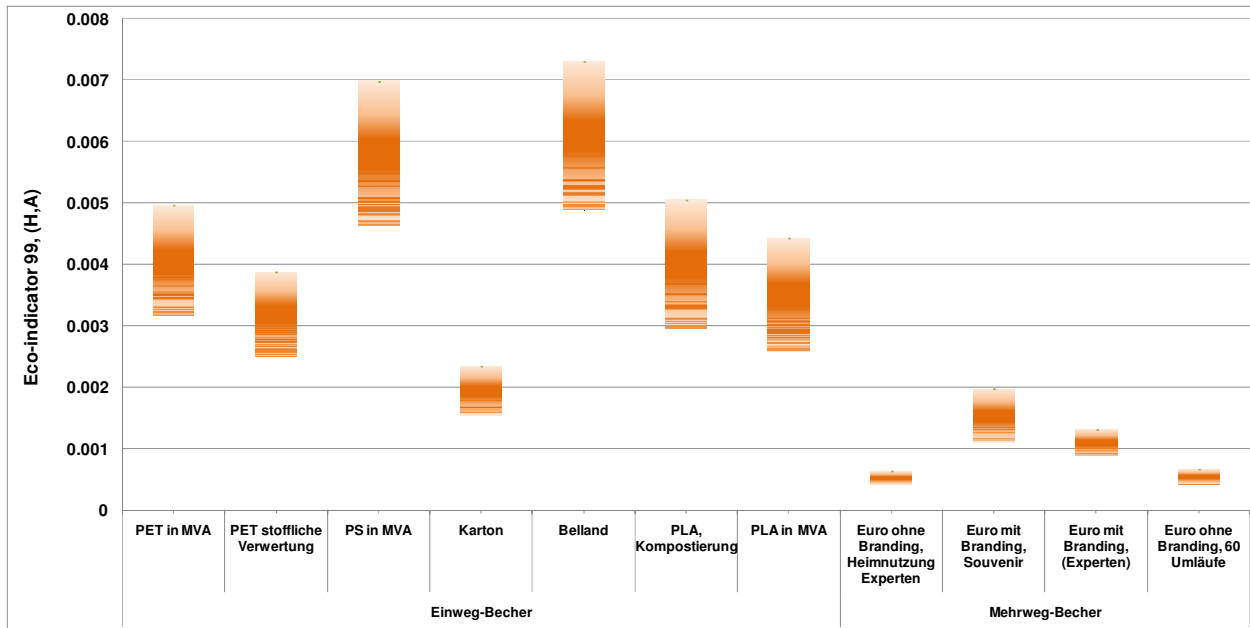
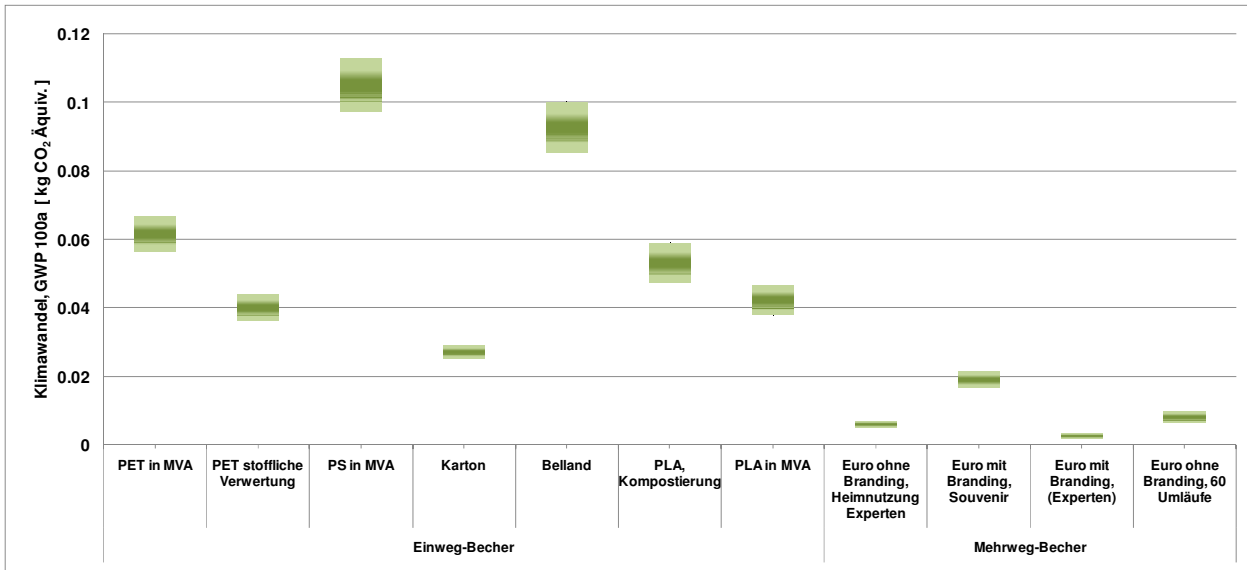


Abbildung 2: Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode Eco-indicator 99 HA mit Angabe der Fehlerbandbreiten



**Abbildung 3: Auswirkungen auf das Klima der verschiedenen Getränkebecher mit Angabe der Fehlerbandbreiten**

Auch in der einzelnen Wirkungskategorie Treibhauspotential (GWP) zeigen sich alle Mehrwegbecherszenarien klimaverträglicher als Einwegbecherszenarien. Im Vergleich innerhalb der Einwegbecherszenarien zeichnet der Kartonbecher bei beiden Bewertungsmethoden und beim Einfluss auf das Klima durch Treibhauspotential (GWP) für die geringsten Umweltauswirkungen verantwortlich.

Alle Sensitivitätsbetrachtungen bestätigen den Trend der Ergebnisse aus den Standardszenarien:

- Ein stoffliches PET-Becher Recycling führt bei den Einwegbechern aus PET zu einer deutlichen Entlastung gegenüber der thermischen Verwertung in einer MVA/KVA<sup>2</sup>, stellt jedoch keine ökologische Alternative zu Mehrwegsystemen dar. Auf Grund der Erfahrungen mit PET Getränkeflaschen ist zu erwarten, dass sogar ein „PET to PET“ Getränkebecher technisch möglich ist. Problematisch bei der Umsetzung kann dabei die Vermischung mit Bechern aus anderen Materialien sein.
- Ein funktionierendes Kreislaufsystem bei Belland-Material konnte bis heute in der Praxis nicht realisiert werden. Bei der theoretischen Annahme, dass Belland ein closed loop-Recycling mit bis zu 50% Rezyklat-Anteil umsetzen könnte, wie als Sensitivität beispielhaft unterstellt wurde, wird zwar eine deutliche Reduktion der Umweltauswirkungen erreicht, jedoch sind diese immer noch deutlich größer als diejenigen der untersuchten Mehrwegvarianten.
- Alle Mehrwegbecherszenarien weisen durchwegs die geringsten Umweltbelastungen auf. Kein Einwegbecher kann als ökologisch vergleichbares Gebinde bezeichnet werden, da die-

<sup>2</sup> MVA...Müllverbrennungsanlage, KVA... Kehrlichtverbrennungsanlage

se immer mit höheren Umweltbelastungen verbunden sind. Eine Ausnahme bildet der Kartonbecher, welcher bei einer Bewertungsmethode (Eco Indicator 99) keinen signifikanten Unterschied zum schlechtesten MW Szenario zeigt.

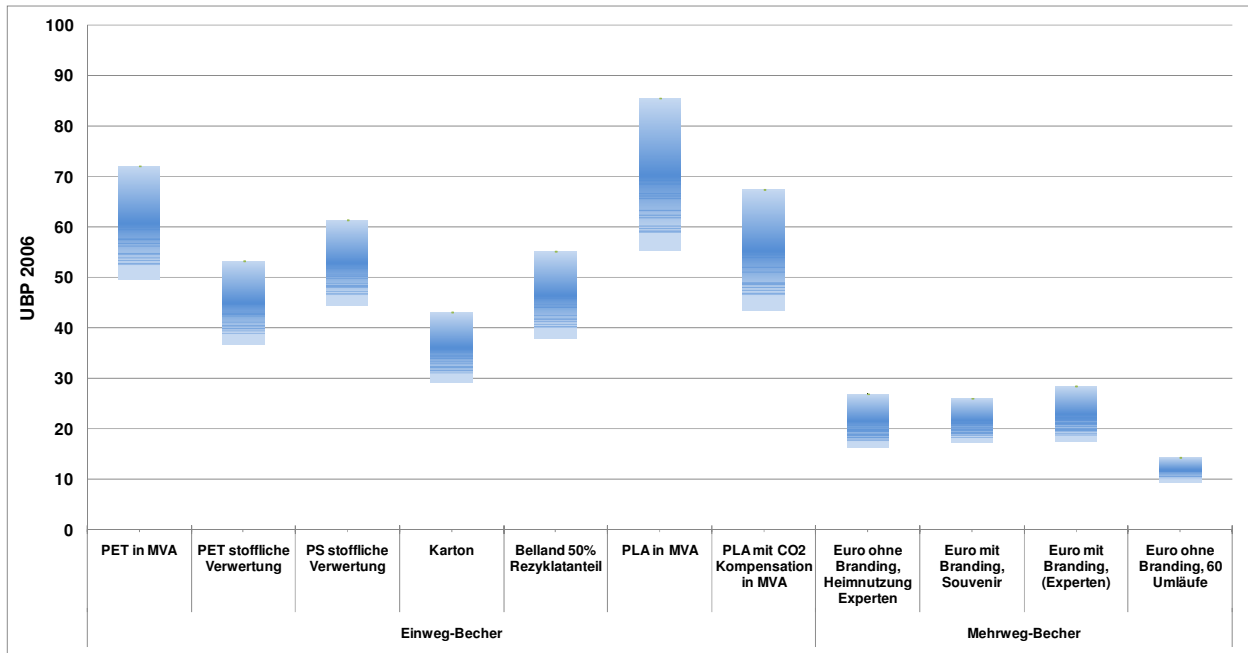


Abbildung 4: Sensitivitätsbetrachtung der Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode UBP 2006 mit Angabe der Fehlerbandbreiten

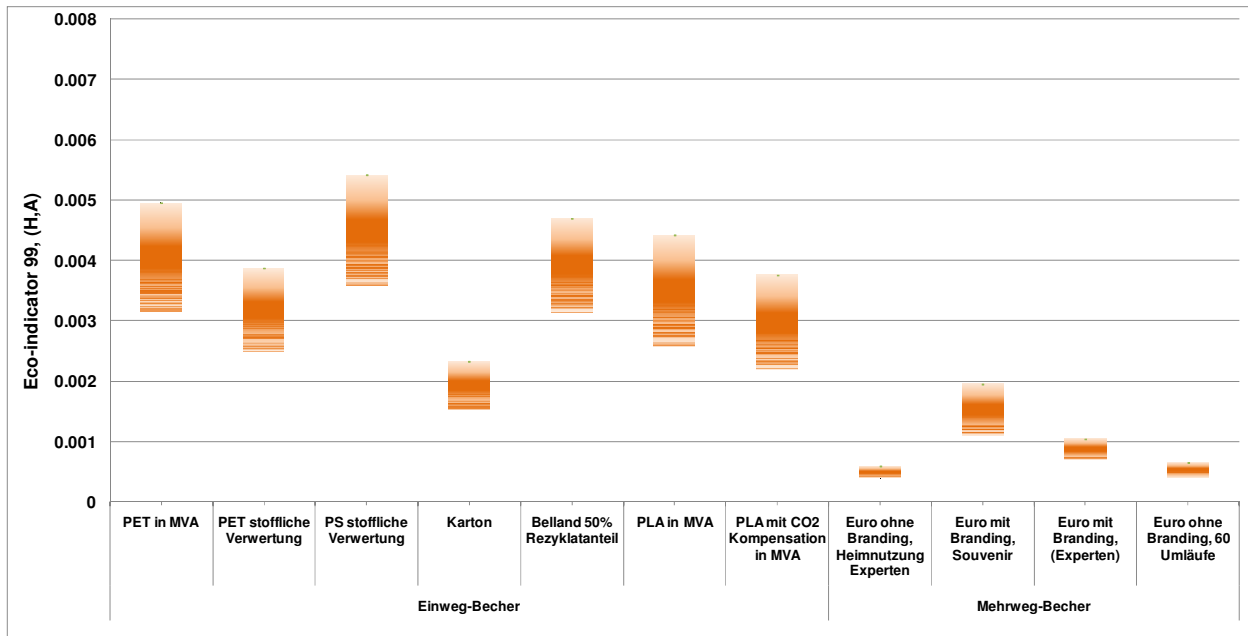
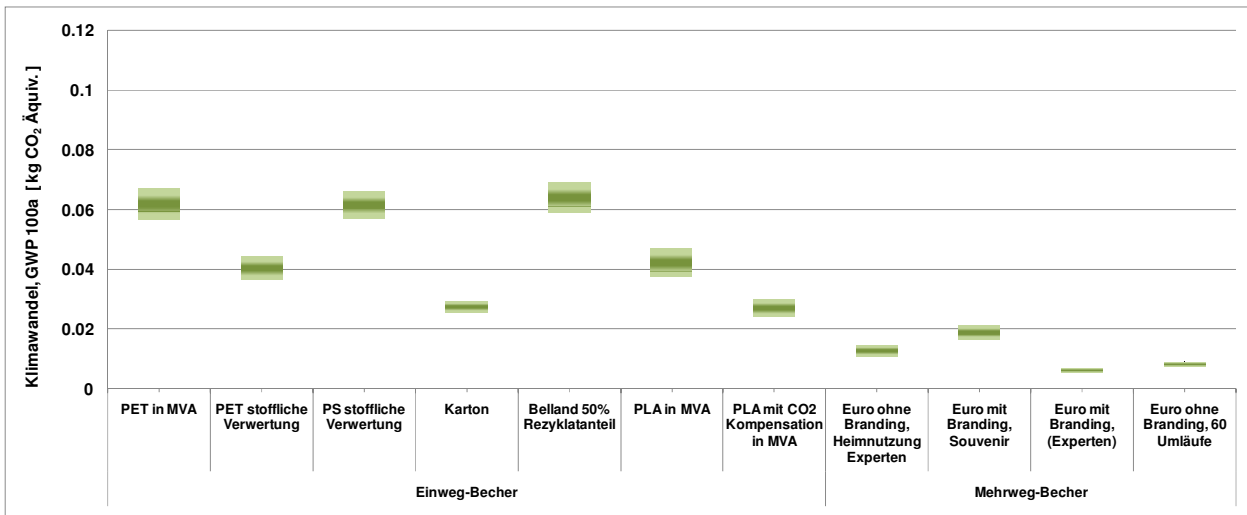


Abbildung 5: Sensitivitätsbetrachtung der Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode Eco-indicator 99 HA mit Angabe der Fehlerbandbreiten



**Abbildung 6: Sensitivitätsbetrachtung der Auswirkungen auf das Klima von verschiedenen Getränkebechern mit Angabe der Fehlerbandbreiten**

## Empfehlungen

- Aufgrund der Resultate der vorliegenden Studie werden von den AutorInnen unter ökologischen Gesichtspunkten Mehrweggetränkebecher für
  - Großveranstaltungen (wie die UEFA EURO 2008™),
  - den Ligabetrieb (wie der deutschen Bundesliga) und
  - sonstige Großveranstaltungen (wie Public Viewing) empfohlen.
- Alle Mehrwegbecherszenarien weisen geringere Umweltbelastungen als die Szenarien der Einweggetränkebecher auf, obwohl bei der Bilanzierung bei Mehrwegvarianten stets vom ungünstigsten Szenario ausgegangen wurde. Das bestätigen die Ergebnisse der Sensitivitätsbetrachtungen. Optimierungspotentiale bei Einweggetränkebechersystemen sind einerseits in der Erhöhung der tatsächlichen stofflichen Recyclingraten und andererseits in der Produktion von Bechern mit möglichst geringem Eigengewicht zu orten. Obwohl ein stoffliches Recycling (Annahmen bei PET und BELLAND®Material) zu einer Entlastung gegenüber der thermischen Verwertung führen kann, stellen diese Einweggetränkebechersysteme in der Praxis keine ökologische Alternative zu Mehrwegsystemen dar.
- Eine Nachnutzung der Becher nach der UEFA EURO 2008™ im Ligabetrieb oder bei anderen Veranstaltungen wird empfohlen. Dadurch können die negativen Umweltauswirkungen noch weiter reduziert werden und zusätzlich Abfälle vermieden werden. So kann eine der Forderungen aus dem Katalog des Österreichischen und Schweizer Nachhaltigkeitskonzepts für die UEFA EURO 2008™ realisiert und umgesetzt werden.
- Die Empfehlungen beruhen auf eindeutigen, signifikanten Ergebnissen, die zum einen durch die Sensitivitätsanalyse bestätigt wurden, zum anderen trotz eher konservativer Annahmen bezüglich der Mehrwegbecherszenarien deren deutliche Vorteile gegenüber allen Einwegbechersystemen aufzeigen.

## 2 Ausgangssituation

In Fußballstadien, bei sonstigen Sportgroßveranstaltungen wie Olympischen Spielen aber auch bei anderen Großveranstaltungen, wie Konzerten oder Kulturevents bis hin zum Stadtfest werden für den Getränkeausschank sowohl Einwegbechersysteme wie auch Mehrwegbechersysteme benutzt. Seit einigen Jahren sind auch Einwegsysteme auf dem Markt, die aus nachwachsenden Rohstoffen oder aus fossilen Rohstoffen, welche eine besondere Recyclingfähigkeit aufweisen, hergestellt sind. Verschiedene Hersteller und Betreiber der Systeme verweisen dabei auf die ökologischen Vorteile ihrer Systeme und belegen diese teilweise mit Bilanzstudien. Entsprechend ist eine Unsicherheit entstanden, welches System nun aus ökologischer Sicht das sinnvollere ist. So haben z.B. in Deutschland und in der Schweiz einige Stadionbetreiber bzw. Caterer den Mehrwegbecher abgeschafft und mit dem Hinweis auf die ökologische Sinnhaftigkeit ihres Systems auf Einwegbecher umgestellt.

Vor der Durchführung der vorliegenden Studie des Österreichischen Ökologie-Instituts, der Firma Carbotech AG und des Öko-Instituts Deutschland war bislang keine vergleichende Ökobilanz publiziert worden, die alle relevanten Bechersysteme vergleicht. Noch dazu konnten aktuelle Erfahrungen beispielsweise von der Fußball-WM 2006 einbezogen bzw. die spezifischen Rahmenbedingungen einer Fußballeuropameisterschaft, die 2008 in Österreich und in der Schweiz stattfindet, berücksichtigt werden. Österreich, die Schweiz und die EURO 2008 SA (verantwortlich für die Organisation der UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>) haben sich im Juni 2007 gemeinsam mit der Unterzeichnung der Nachhaltigkeits-Charta verpflichtet, ökologische, wirtschaftliche und soziale Maßnahmen bei der UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> zu unterstützen. Im Umweltbereich liegt eine Zielsetzung darin, neben anderen auch im Verpflegungsbereich Systeme zu verwenden, welche mit möglichst geringen Umweltauswirkungen verbunden sind und damit nachhaltige Standards für künftige Großveranstaltungen zu setzen, wie bspw. durch ökologisch optimale Gebinde beim Getränkeausschank. Unterschiedliche Aussagen von Becherherstellern und Vertriebsfirmen von Getränkebechern über die ökologischen Vorteile ihrer eigenen Systeme verursachten auch bei den Entscheidungsträgern der UEFA, der Austragungsländer und der Hostcities eine große Unsicherheit, welches System nun aus ökologischer Sicht für Sportgroßveranstaltungen wie die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> die beste Variante ist.

All diese Gründe sprachen eindeutig dafür, dass es dringend erforderlich war, in einer umfassenden, breit angelegten Ökobilanzierung einen aktuellen ökologischen Vergleich der unterschiedlichen Systeme vorzunehmen.

Neben der Bedeutung für den normalen Ligabetrieb ist eine grundlegende Neubewertung der verschiedenen Systeme auch als Vorbereitung für eine ökologische Ausrichtung der EURO 2008 in der Schweiz und Österreich dringend erforderlich.

Veranstaltungen im Rahmen der EURO 2008 sollen längerfristig »Nutzen stiften«, d.h. sich positiv auf die regionale Wirtschaft auswirken, hingegen sollen negative Auswirkungen auf die

Umwelt möglichst gering gehalten und gleichzeitig soziale und kulturelle Akzente gesetzt werden, so das Nachhaltigkeitskonzept für die EURO 2008. In diesem Zusammenhang kommt gerade dem Bereich der Gastronomie, in den Veranstaltungsstätten (wie Fußballstadien, Public Viewing Areale) besondere Bedeutung zu.

In der Vorbereitungsphase finden wie schon bei der Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland auch in Österreich heftige Diskussionen über Vor- und Nachteile von Mehrweg- und Einweglösungen, unter anderem auch im Hinblick auf Ökologie, Logistik und Sicherheitsaspekte, statt. Dabei stehen vielfach wirtschaftliche Interessen und Emotionen im Vordergrund.

In diesem Bericht werden das Konzept und die Ergebnisse einer vergleichenden Ökobilanz, durch drei unabhängige und wissenschaftlich anerkannte Institute aus der Schweiz, Österreich und Deutschland beschrieben. Durch den Auftrag und die Unterstützung der Umweltministerien von Österreich, Deutschland und der Schweiz sowie mehrerer Städte und Länder wird einerseits die Akzeptanz und Unabhängigkeit der Studie erhöht und andererseits eine weite Verbreitung der Ergebnisse sichergestellt. Die Bildung einer Begleitgruppe, bestehend aus den VertreterInnen der Auftraggeber und des Projektteams, stellte einen permanenten Austausch sicher. Ein Critical Review durch eine fachlich anerkannte, neutrale Institution, die von den Umweltministerien bestellt wird, unter Beteiligung der Experten aus den Umweltministerien und staatlichen Umweltämtern weist nach, dass die Ökobilanz nach dem heutigen Kenntnisstand der Methodik erstellt wurde und sich im Wesentlichen an die Normen zur Erstellung von Ökobilanzen hält (DIN EN ISO 14040 und 14044).<sup>3</sup>

Die Umweltministerien aus Österreich und der Schweiz mit Unterstützung des deutschen Umweltministeriums und der Länder bzw. Städte Basel, Bern, Hannover, Klagenfurt, Salzburg, Wien und Zürich haben das Österreichische Ökologie-Institut, das Deutsche Öko-Institut e.V. und die Schweizer Firma Carbotech AG beauftragt, eine vergleichende Ökobilanzierung unterschiedlicher Bechersysteme zu erstellen, wobei die aktuellen Erfahrungen von der FIFA WM 2006<sup>TM</sup> in Deutschland und spezifische Rahmenbedingungen einer Fußballeuropameisterschaft berücksichtigt werden sollten.

---

<sup>3</sup> Der bereits beauftragte Critical Reviewer **Ass.** Prof. Martin Patel konnte auf Grund von zeitlichen Verzögerungen bei der Projektabwicklung das Projekt nicht bis zum Ende begleiten. Daher war es notwendig das Critical Review kurzfristig neu zu vergeben. Dafür konnte Herr Paul W. Gilgen gewonnen werden, der langjährige Erfahrungen bei der Erstellung und dem Review von Ökobilanzen gerade auch im Verpackungsbereich hat.

## 3 Literaturstudie zum Vergleich von Getränkebechern

### 3.1 Grundsätze in der Vergleichbarkeit und Aussagekraft von Ökobilanzen

Die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen ist abhängig vom Untersuchungsrahmen, der von den Studienautoren bzw. von den Auftraggebern gewählt wird. Die Parameter des Untersuchungsrahmens und somit der Vergleichbarkeit sind:

- Produktmaterialien
- Umlaufzahlen
- Transportdistanzen
- Art der Entsorgung
- Systemgrenzen

Weiter sind die Vergleichbarkeit und die Aussagekraft der Studien von der Datenverfügbarkeit und somit von der Datenqualität abhängig. Hier stehen den Autoren oft nur Literaturwerte und Prognosen zur Verfügung, da reale Daten von Herstellerfirmen nicht verfügbar sind.

Die wissenschaftliche Qualität von Ökobilanzen hängt in erster Linie von der Auswahl der Methode ab. Eine vollständige Ökobilanz nach der Normenreihe ISO 14040 bis ISO 14043 umfasst die folgenden Elemente:

- Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen (ISO 14040),
- Sachbilanz (ISO 14041),
- Wirkungsabschätzung (ISO 14042) und
- Auswertung (ISO 14043).

Am 30. Juni 2006 wurde die ISO 14044 publiziert. Sie fasst die bisherigen Einzelnormen ISO 14041 bis 14043 zusammen. Die ISO 14044 stellt gemeinsam mit der ISO 14040 den Standard für eine ISO-konforme Ökobilanzierung dar.

## 3.2 Veröffentlichte Publikationen zum Systemvergleich von Bechersystemen

Folgende Studien und Arbeiten wurden mit dem Fokus auf nutzbaren Erkenntnissen in der Vorbereitungsphase der vorliegenden Ökobilanz studiert (Stand 28.Juni 2007).

**Tabelle 1: Veröffentlichte Publikationen zum Systemvergleich von Bechersystemen**

AutorInnen	Titel der Arbeit	Methode
EBNER und GUP-FINGER (2007)	Ökologisierung von Veranstaltungen in Wien	Befragung
VINK (2007a) (2007b) (2007c) (2003) (2002)	Comparative LCA of Four Types of Drinking Cups used at event venues, OVAM, Mechelen, Belgium Executive Summary of the Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events Eco-efficiency analysis of 4 types of drinking cups used at events Benchmarking NatureWorks® Polylactide Polymers with traditional polymers using Gross Energy Use and Climate Change as indicators NatureWorks™ Polylactide Polymers and Ingeo™ Polylactide Fibersa Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production	Ökobilanz/LCA Mehrweg: PC Einweg: PP, PE-Karton, PLA_Basic, PLA_future  Ökoeffizienzanalyse  Materialvergleich PLA zu Kunststoffen wie PP, PET; etc.  International Conference on Bio-based Polymers, Japan Einweg: PLA, PLA_future Einweg: PLA und PLA_future
OBERSTEINER und SCHNEIDER (2006)  SCHNEIDER (2005)	Einwegbechern aus nachwachsenden Rohstoffen im Wiener Tiergarten Schönbrunn  WieNaWARO - Beschreibung und praxisgerechte Planung von Umsetzungsprojekten zum Einsatz von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen	Analyse von Einwegbechern aus nachwachsenden Rohstoffen: PLA, PET, PE-Karton, PP  Material: PP, PS, PE, Karton PE, PLA
VERCALSTEREN und SPIRINCKX (2006a) (2006b)  Flemish Institute for Technological Research (VITO), Integral Environmental Studies and Public Waste Agency for the Flemish Region (OVAM), Belgium	Life Cycle Assessment of 4 types of drinking cups used on events,  Eco-Efficiency Analysis of 4 types of drinking cups used on events	Ökobilanz/LCA Mehrweg: PC Einweg: PP, PE-Karton, PLA  Ökoeffizienzanalyse Mehrweg: PC □ Einweg: PP, PE-Karton, PLA



WOLF (2005)	Abfallvermeidungskonzeptes für die FIFA WM 2006 in Leipzig	Abfallvermeidungskonzept als Diplomarbeit an der FH Merseburg Mehrweg: PP □ Einweg: PP, Papp, BEL-LAND@Material
DINKEL (2005) (2004) (2001)	CARBOTECH, Basel Ökologisch orientierte Geschirrwahl im Auftrag von Swiss Olympic  Ökologischer Vergleich: Einweg – Mehrwegbecher  Ökologische Beurteilung verschiedener Geschirrtypen mit Empfehlungen	Ökobilanz/LCA Mehrweg: PC, PP Einweg: PS, PP, PET, PLA, Zellulose PE, Zellulose Stärke, Karton PE, Karton Stärke, PET-Flasche, Aludose Mehrweg: PC, PP Einweg: PS, PET, PLA, Karton PE, Karton PLA)  Stärke, Chinaschilf, Palmblätter, Recyclingkarton, PS
HACKEL (2004)	Innovatives Wiener Mehrwegsystem im Kino	Ökologischer und ökonomischer Vergleich Mehrweg: PP, PC, Glas, Porzellan, □ Einweg: Karton, PS, PET, PP
BASF (2003)	Serviceverpackungen im Kantinenvergleich, Ludwigshafen 2003	Ökoeffizienzanalyse Mehrweg: Glas, Porzellan □ Einweg: PS, Karton
BÄTTIG (2002), INFRA, Zürich	Ökobilanz Einwegbecher – Mehrwegbecher	Ökobilanz/LCA Mehrweg: PC, PP, Einweg: Karton, PS, PET
BUSCH (2001) Danish EPA, Copenhagen	Environmental assessment of plastic cups, Environmental assessment of plastic cups	Ökobilanz/LCA
HOCKING (1994):	Environmental Management 18(6), 1994, pp.889-899 Summary of "Reusable and Disposable Cups: An Energy-Based Evaluation"	Energiebilanz Mehrweg: Keramik, Glas, Kunststoff Einweg: PS, Papier
HAUER (1993):	Wiener Filmfestival: Einsatz von Mehrweggeschirr, Auswirkungen und Akzeptanz	Machbarkeitsstudie und ökologische Vergleiche Mehrweg: Porzellan, Gläser □ Einweg: Papier, Kunststoff

### 3.3 Ergebnisse und Zitate

EBNER und GUPFINGER (2007): Der Einsatz von Mehrwegbechern ist der meistgenannte Grund bzgl. Wahrnehmung der Gäste, ob die Veranstaltung ökologisch ist oder nicht. Durch Mehrwegsysteme können 50 bis 70% Entsorgungskosten gespart werden. Rückgang der Entsorgungskosten durch weniger gelitterte Abfälle. Aufgrund der Verlängerung von Verkaufszeit und der Frequenz bei der Becherrückgabe ergeben sich Umsatzsteigerungen.

VINK (2007b): For both types of events it can be concluded that none of the cup systems has the highest or the lowest environmental score for each environmental category. It is impossible to make an unambiguous statement about the preferred Basic cup system since no cup system scores best in all categories. The PC cups show the lowest environmental burden of the 4 Basic scenarios for the small event. This burden increases significantly moving to the large events, while the total burden stays the same for the three one-way cups.

OBERSTEINER und SCHNEIDER (2006): 80% der BesucherInnen des Tiergartens Schönbrunn stören sich am Zurückbringen von Pfandbechern nicht.

WOLF (2005): Kunststoffeinwegbecher stellen auch bei Einsatz eines Pfandsystems und anschließender stofflicher Verwertung keine denkbare Ausschankmöglichkeit dar. Der kurze Stoffkreislauf und das „Downcycling“ während des Recyclingprozesses sprechen gegen den Einsatz dieser Einwegbecher. Außerdem ist die Verwendung von Kunststoffeinwegbechern bei Veranstaltungen im öffentlichen Raum durch die Präambel der Abfallwirtschaftssatzung Leipzig eindeutig nicht gestattet.

DINKEL (2005): In den meisten Fällen ist die Verwendung von Mehrweggeschirr ökologisch sinnvoller als Einweggeschirr. Die bestimmenden Faktoren sind aber: Transportart und Transportdistanz, Verfügbarkeit und Art der Reinigung des Geschirrs, vorhandene Infrastruktur.

DINKEL (2004): Die Mehrwegbecher haben eine signifikant geringere Umweltbelastung als die Einwegbecher. Diese ist um Faktoren vier bis zwanzig geringer als diejenige von Einwegbechern. 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.

HACKEL (2004): Das Ergebnis der Studie ergibt eindeutig einen Vorteil für das Mehrwegsystem. Der Polypropylenbecher hat in der Produktion eine deutlich höhere Belastung für die Umwelt als der Einwegbecher. Durch seine lange Lebensdauer, die auf 100 Umläufe berechnet wurden, teilen sich die Belastungen allerdings auf und der Mehrwegbecher wird somit zur ökologisch besseren Variante.

BASF (2003): Das Mehrweggeschirr stellt bei niedrigen bis normalen Bruchraten die ökoeffizienteste Methode dar. Dabei sind die ökonomischen Unterschiede bedeutsamer als die ökologischen. Mehrweggeschirr ist bei niedrigen bis normalen Bruchraten ökologisch vorteilhafter als Geschirr aus Polystyrol bzw. beschichtetem Karton. Die Bruchrate des Mehrweggeschirrs ist dabei von Bedeutung: Bei höheren Bruchraten (3%) sind Serviceverpackungen aus Karton vergleichbar ökoeffizient wie das Mehrweggeschirr.

BÄTTIG (2002): „Die Mehrwegbecher schneiden pro Gebrauch deutlich besser ab als die Einwegbecher“. Die Bilanzierung zeigt, dass MW-Becher deutlich geringere Umweltauswirkungen hervorrufen, als die EW-Becher. Die kalkulierten EC-99-Punkte Auswirkungen der MW-Becher bewegen sich um mindestens den Faktor 5,5 geringer als die EW-Becher. Zwischen PP-MW-

Bechern und PS-EW-Bechern steigt dieser Faktor auf mehr als 42. Bei allen Bechervarianten wird der größte Teil der Umweltbelastung durch die Herstellung verursacht. Die beiden wesentlichen Einflussfaktoren im Vergleich stellen die Umlaufzahl und die Transportentfernungen dar. Aber selbst mit Umlaufzahlen von 100 bzw. 50 verursachen die MW-Becher weniger Umweltbelastungen als EW-Varianten. Ein PC-MW-Becher verursacht bei 50 Umläufen im Vergleich zu einem Karton-EW-Becher etwa die Hälfte an Umweltbelastung. Der maximale Transportradius für MW-Systeme wird unter der Voraussetzung angegeben, dass bei diesem Radius die MW-Varianten max. die Hälfte der Umweltbelastung hervorrufen als die EW-Varianten. Trotz dieser hohen Sicherheitsannahme bewegen sich die kalkulierten Radien für große Bechermengen (20.000 Stk im 3,5t-Klein-LKW) im Bereich von rd. 300 km!

BUSCH (2001): The use of re-usable plastic glasses for serving drinks at large events such as football matches is more environmentally sound than the use of disposable glasses. Study based on experience from Lyngby Stadium, Tivoli, Roskilde Festival. The re-usable plastic glasses just need to be used five times to be environmentally more advantageous than disposable glasses. At the same time there is little economic difference so there are good reasons for introducing reusable glasses in many more places.

HOCKING (1994): Variation der Umlaufzahlen für MW: Dieser Break-Even-Punkt liegt für MW-Kunststoff bei 17 Umläufen in Bezug auf Karton und 450 Umläufen in Bezug auf PS-Schaum.

### **3.4 Zusammenfassung der Literaturrecherche**

Alle Bechersysteme haben ihre ökologischen Vor- und Nachteile. Eine generelle Aussage über ökologische Vorteile bzw. Nachteile einzelner Bechersysteme ist nicht möglich. Folgende Einflussparameter haben entscheidenden Einfluss darauf, ob ein System ökologische Vorteile gegenüber einem anderen System aufweist:

Material des Bechers (entscheidend für die Wiederverwendung, Wiederverwertung und für das Verhalten bei der Entsorgung des Abfalls)

Art des Systems: Werden Einweglösungen mit Mehrwegvarianten verglichen, spielen folgende Faktoren eine entscheidende Rolle:

Umlaufzahlen (Wie oft kann ein und derselbe Becher gereinigt und wieder eingesetzt werden?)  
Eine hohe Umlaufzahl (bei Mehrwegbecher bis über 150 Umläufe möglich) und geringe Schwundraten bedeuten in der gesamten Lebenszyklusbetrachtung ökologische Vorteile von Mehrwegsystemen gegenüber Einweglösungen, wobei aber folgende Randbedingungen entscheidend sind.

Transportdistanzen im System:

- a. Mehrwegsysteme: Rohstoff - Produktion - Veranstaltung (Gebrauch) – Reinigung - Veranstaltung (Wiederverwendung), bei Ausschussbecher: Veranstaltung (Gebrauch) – Entsorgung oder Recyclinganlage
- b. Einwegsysteme: Rohstoff - Produktion - Veranstaltung (Gebrauch) – Recyclinganlage, Verwertungsanlage, Entsorgungsanlage

Ökologische Kriterien spielen in der allgemeinen Betrachtung eher eine untergeordnete Rolle, denn eine ökologisch verträgliche Entscheidung muss auch ökonomisch effizient, d.h. mit vergleichbaren Kosten verbunden sein. Daher müssen beim Vergleich von zwei oder mehreren Systemen die zu berücksichtigenden Kosten erhoben und dann auch mitberücksichtigt werden.

## 4 Qualitative Aspekte beim Einsatz von Getränkebechern

### 4.1 Sicherheitsaspekte beim Einsatz von Getränkebechern

#### 4.1.1 Funktionen von Getränkebechern

Prinzipiell können Bechersysteme in Einweg- und Mehrwegsysteme eingeteilt werden. Bei Veranstaltungen wie in Fußballstadien und Fanzonen bei Sportgroßveranstaltungen ist meistens aus Sicherheitsgründen eine Ausgabe von Getränken in Gläsern, Porzellangefäßen oder Flaschen jeglichen Materials nicht gestattet. Daher kommen bei (Groß)-Veranstaltungen Bechersysteme zum Einsatz, wobei ein Getränkebecher prinzipiell folgende Funktionen zu erfüllen hat.

Die primäre Funktion, die Bechersysteme erfüllen müssen, ist den Gästen bei Veranstaltungen Getränke in höchster Qualität zu bestimmten Rahmenbedingungen zur Verfügung zu stellen. Ein Becher muss daher das Getränk vor externen Einflüssen schützen (Schutzfunktion). Daher muss ein Getränkebecher formstabil, stoßfest, druckfest, reißfest, temperaturbeständig, dicht, staubfrei, chemisch neutral und lebensmittelecht, mengenerhaltend und schwer entflammbar sein.

Darüber hinaus müssen Getränkebecher den Anforderungen, die sich aus der logistischen Kette ergeben, durch Faktoren der Lager- und Transportfunktion genügen; wie Stabilität, Stapelfähigkeit und Kombinierbarkeit zu größeren Einheiten. Eine optimale Raumausnutzung des Transportmittels (bei Anlieferung, Transport zur Reinigungsanlage oder zum Entsorgungs- bzw. Verwertungsbetrieb) und eine effiziente Auslastung des Lagers sollen damit erreicht werden. Getränkebecher müssen daher stapelbar, genormt, handhabbar, automatisierungsfreundlich, einheitenbildend, raumsparend und flächensparend sein.

Die Parameter der Verkaufs- und Informationsfunktion Haptik, Handhabung, Komfort, Einfachheit, Funktionalität, Optik, Design und Gestaltungen spielen eine wichtige Rolle auch bei der Kaufentscheidung. Akzeptierte Bechersysteme führen zu Kundenbindung und zu einer Umsatzsteigerung in der Gastronomie. Getränkebecher sind gleichsam Werbe-, Informations- und Kommunikationsträger.

Bei der Verwendungsfunktion steht als zentraler Punkt ökologische Verträglichkeit (entstehende Belastungen durch Herstellung, Gebrauch, Verteilung und Entsorgung) im Vordergrund. Daher sollten Getränkebecher wieder verwendbar, wieder verwertbar, ökologisch vertretbar, entsorgungsfreundlich und hygienisch sein.

Um den einzelnen Funktion gerecht zu werden, kommen unterschiedliche Materialien zum Einsatz. Folgende Bechermaterialien werden vom deutschen Öko-Institut e.V., von der Schweizer Fa. Carbotech AG und vom Österreichischen Ökologie-Institut als relevant erachtet und befinden sich auch in der Beurteilungsphase für den Einsatz bei der UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>:

**Tabelle 2: Verwendete Bechersysteme und Bechermaterialien**

Einwegbecher:	Mehrwegbecher:
PP (Polypropylen), PET (Polyethylenterephthalat), PS (Polystyrol), PLA (Polylactid; Polymilchsäure), beschichteter und unbeschichteter Karton und BELLAND®Material-System-Becher.	PP (Polypropylen) und PC (Polycarbonat) ist aus Sicherheitsgründen nicht zugelassen und wurde daher nicht untersucht, ist jedoch in vielen Auswirkungen mit PP gleichzusetzen, negativ wirkt sich das höhere Gewicht aus.

## 4.1.2 Sicherheitsregelungen für und bei Fußballmeisterschaften

### 4.1.2.1.1 Vorbemerkungen zur FIFA Fußballweltmeisterschaft Deutschland 2006™

Bereits bei der Fußball Weltmeisterschaft in Deutschland 2006 wurden heftige Diskussionen über die Sicherheit einzelner Getränkegebinde im Ausschank bei Großveranstaltungen geführt. Dr. Rosenthal, Sicherheitsbeauftragter und Leiter der Stabsstelle Sicherheit WM 2006 formulierte die Erfahrung in Deutschland so: „Zur Erhöhung der Sicherheit beim Public Viewing wurde der Getränkeausschank nicht in Gläsern und Glasflasche genehmigt.“ (ROSENTHAL, 2006)

Jürgen Mathies, Direktor des Landesamtes für Zentrale Polizeiliche Dienste Nordrhein-Westfalen formulierte im seinem Vortrag „Public Viewing während der Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland“ bei einer Enquete „EURO 2008 Public Viewing - Das ganze Land wird Stadion“ am 28. August 2007 in Wien u.a. folgenden Standard für Public Viewing (MATHIES, 2007): „Kein Verkauf von Flaschen oder Glasgefäßen!“

Im Juni und Juli 2006 ist es erstmals in der Geschichte von Fußballweltmeisterschaften gelungen mit Green Goal™ bei der FIFA Fußballweltmeisterschaft Deutschland 2006™ ein innovatives und ambitioniertes Umweltprogramm erfolgreich umzusetzen und damit neue Wege für Großveranstaltungen im Fußball zu beschreiten.

Die Vision von Green Goal war Umweltbelastungen, die zwangsläufig mit der Ausrichtung der WM in Deutschland verbunden sind, sollten möglichst weitgehend reduziert und kompensiert werden. Im Zentrum des Green Goal Abfallkonzepts stand die Abfallvermeidung. Sowohl in den Stadien als auch im Umfeld der Stadien wurden Maßnahmen zur weitestgehenden Abfallvermeidung und -reduzierung ergriffen.

Erstmals bei einer Fußball-WM gab es Getränke in den Stadien für die Fans nur im Mehrwegbecher – ein großer Erfolg für die Abfallvermeidung. Noch bei keiner WM oder Olympiade waren zuvor Mehrwegsysteme zum Einsatz gekommen. Mit den Initiativen zur Abfallvermeidung konnte auch das zentrale Green Goal Ziel weitgehend erreicht werden, nämlich zur Reduzierung der Abfallmengen in allen Bereichen möglichst verpackungsfreie Systeme bzw. Mehrwegsysteme zu nutzen und die Abfallmengen in den Stadien sowie im Umfeld der Stadien um 20 % zu reduzieren. Sicher quantifizierbar sind Reduktionen von mehr als 17%. (STAHL, 2007)

#### 4.1.2.1.2 Sicherheitsregelungen für die UEFA EURO 2008™

Frau Dr. Monika Dalmatiner von der Generaldirektion für öffentliche Sicherheit im Bundesministerium für Inneres (BM.I), Zentrum für Sportangelegenheiten (Projektbüro EURO 2008 und Subteam Prävention) nimmt wie folgt zum Einsatz von Getränkebechern bei der EURO 2008 Stellung:

„Alle im Stadion verkauften oder verteilten Getränke sind in offenen Papp- oder Kunststoffbehältern, die nicht missbräuchlich verwendet werden können, abzugeben (§ 4 Punkt 8 der Bundesligarichtlinien). Damit ist die Verwendung aller Flaschen, auch von PET Flaschen verboten. Es sind ausschließlich Tetrapak Getränke bis zu einer Füllmenge von 0.5 l gestattet, sowie Plastikgebilde bis 0,25 l Füllmenge, wie zum Beispiel „dreh und drink“ (Ausnahme vom PET-Flaschen Verbot). Flaschen können, auch wenn sie ohne Verschluss abgegeben werden, mit Flüssigkeiten gefüllt, als Wurfgeschosse verwendet werden. Empfohlen werden möglichst leichte Bechervarianten, mit einer geringen Flugweite. Im Bereich der offiziellen Fanmeilen bzw. Public Viewings wird der Ausschank von ausschließlich Leichtbier und nur in Bechern empfohlen.“

Da Public Viewing Veranstaltungen unter Sicherheitsaspekten einen besonderen Schwerpunkt bilden, sind aus Sicht der Sicherheitsbehörden für das Veranlassen von Übertragungen von Spielen der EURO 2008 an öffentlichen Plätzen unter anderem folgende Vorkehrungen notwendig und seitens des BM.I empfohlen: Verkaufsverbot von Getränken in Flaschen, Glas- oder Keramikgefäßen.

Folgende Bechersysteme wurden vom österreichischen Innenministerium (BM.I) für den Einsatz als Getränkebecher bei der EURO 2008 getestet.

- Becher Cup Concept WM 2006 (Mehrweg/Polypropylen)
- Becher Cup Concept mit Henkel (Mehrweg/Polypropylen)
- Becher Cup Concept PC (Mehrweg/Polycarbonat)
- Becher Schorm/AVE (Mehrweg/Polycarbonat)
- Motion Cup (Mehrweg/Material unbekannt)
- BELLAND®Material Becher (Einweg/Styrol-Acrylat-Polymer)

Die sicherheitstechnische Einschätzung des BM.I der Becher, die im Zuge der EURO 2008 in den Stadien bzw. den Fanzonen zum Einsatz kommen könnten lautet wie folgt:

Die Einweg BELLAND®Material Becher wird aufgrund seines leichten Gewichts aus rein sicherheitstechnischen Gesichtspunkten empfohlen.

Die PP Mehrwegbecher von Cup Concept (Einsatz bei der WM 2006), der PP Mehrwegbecher von Cup Concept mit Henkel und der Motion Cup werden als geeignet angesehen.

Die Mehrwegbecher aus Polycarbonat werden als ungeeignet eingestuft und werden für den Einsatz bei der EURO 2008 in den Stadien bzw. den Fanzonen nicht empfohlen, da sie sehr hart sind und durchaus Verletzungen hervorrufen könnten.



Das Österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft empfiehlt den Einsatz von Mehrwegbechern oder ökologisch vergleichbaren Gebinden beim Getränkeausschank bei der EURO 2008. Die Empfehlungen richten sich an die Veranstalter der offiziellen Fanzonen bzw. des Fanparks in den vier Host Cities bzw. an die privaten Organisatoren von zusätzlichen Public Viewing Veranstaltungen während der UEFA EURO 2008TM (Stand: 9. Juli 2007)

Die Empfehlungen der Schweizer Projektorganisation Öffentliche Hand UEFA EURO 2008 richten sich grundsätzlich an die zuständigen (Bewilligungs-)Behörden, aber auch an die Veranstalter selber, in der Absicht, schweizweit einen möglichst einheitlichen Standard zu gewährleisten. Weiterführende Konzepte und Informationen liegen in der Zuständigkeit der Kantone und Gemeinden.

Die Projektorganisation Öffentliche Hand UEFA EURO 2008 unter Mitwirkung des Bundes, der Kantone und Host Cities geben u.a. folgende Empfehlungen für die Durchführung von Public Viewing im Rahmen der EURO 2008:

Die Sauberkeit des Geländes ist ein wesentlicher Bestandteil für subjektive und objektive Sicherheit. Prioritär sind daher Maßnahmen zur Abfallvermeidung wie:

Getränke in Mehrwegbechern oder PET-Flaschen ausgeben / Depotsysteme

Gut gekennzeichnete Rücknahmestellen für Mehrweggebilde

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aus Sicherheitsgründen keine Vorbehalte gegenüber einem Mehrwegbecher aus Polypropylen für die EURO 2008 bestehen. Im Gegenteil, Mehrwegsysteme werden von den zuständigen Behörden und Organisationen sogar empfohlen.



### 4.1.3 Veranstaltungsgesetze in Österreich

Sicherheit und Verletzungsgefahr: Getränkebecher müssen, um die Verletzungsgefahr zu minimieren, möglichst bruchfest sein. Beim Bruch soll es zu keiner Splitter- bzw. Scherbenbildung kommen.

**Tabelle 3: Beispiele zur Österreichischen Gesetzeslage bzgl. Veranstaltungen**

<b>Beispiele zur Österreichischen Gesetzeslage bzgl. Veranstaltungen</b>	
Niederösterreich: Niederösterreichisches Veranstaltungsgesetz	Die Behörde kann vorschreiben, dass bei der Veranstaltung Getränke nur in ungefährlichen Behältern abgegeben werden dürfen. Was ein gefährlicher Behälter ist, bestimmt somit die Genehmigungsbehörde.
Steiermark: Gesetz vom 8. Juli 1969 über öffentliche Schaustellungen, Darbietungen und Belustigungen (Steiermärkisches Veranstaltungsgesetz)	Insbesondere bei Großveranstaltungen, wie z.B. bei Sportveranstaltungen in Stadien, kann die Behörde dem Veranstalter zur Sicherung des ordnungsgemäßen Ablaufes einer Veranstaltung vorschreiben, dass im Bereich der Veranstaltungsstätte Getränke nur in ungefährlichen Behältern abgegeben werden dürfen.
Oberösterreich: Oberösterreichisches Veranstaltungsgesetz 1992	Im Bewilligungsbescheid ist eindeutig zu umschreiben, ob die Durchführung der Veranstaltung Bedingungen oder Auflagen zur Vermeidung oder, wenn dies wirtschaftlich nicht vertretbar ist, zur ordnungsgemäßen Entsorgung von Abfällen unterworfen ist und welchen.
Tirol: Tiroler Veranstaltungsgesetz 1982	Bei Veranstaltungen mit hohem Gefährdungspotenzial kann die Behörde zur Sicherung des ordnungsgemäßen Ablaufes von Veranstaltungen wie Sportveranstaltungen, Popkonzerten und dergleichen, mit Bescheid insbesondere vorschreiben, dass Getränke nur in ungefährlichen Behältern abgegeben werden dürfen.
Wien: Wiener Veranstaltungsstätten-gesetz	Bei sportlichen Veranstaltungen dürfen zum Schutz der Besucher und der Nachbarschaft soweit keine Tische aufgestellt sind, Flaschen und Gläser nicht in den Zuschauerraum gebracht oder dort abgestellt werden, doch dürfen Flaschen zum Zwecke des Auschenkens in Becher aus Papier, nichtsplittenden Kunststoffen u. dgl. ohne Ausfolgung an die Zuschauer bis zu diesen gebracht werden.  Im Wiener Gesetz über die Regelung des Veranstaltungswesens (Wiener Veranstaltungsgesetz) ist kein Hinweis zu finden.
Burgenland: Gesetz vom 7. Oktober 1993 über die öffentlichen Veranstaltungen im Burgenland – Burgenländisches Veranstaltungsgesetz	Die Anmeldebehörde kann dem Veranstalter zur Sicherung des ordnungsgemäßen Ablaufes von Sportveranstaltungen mit Bescheid insbesondere vorschreiben, dass Getränke nur in ungefährlichen Behältern abgegeben werden dürfen.

Im Vorarlberger Gesetz über das Veranstaltungswesen, im Kärntner Veranstaltungsgesetz 1997 - K-VAG 1997 und im Salzburger Veranstaltungsgesetz 1997 stehen keine Hinweise dazu. Neben den einschlägigen Veranstaltungsgesetzen finden sich auch in anderen Landes-/Bundesgesetzen Bestimmungen, die im Bereich des Veranstaltungswesens zur Anwendung gelangen. Dies sind z.B. Landespolizeigesetze, Verordnungsermächtigungen, Sicherheitspoli-

zeigesetze, Jugendschutzgesetze u.a. Bezüglich des Einsatzes von Getränkebechern bei Veranstaltungen konnten keine Hinweise gefunden werden.

#### 4.1.4 Schweizer Gesetzeslage bezüglich Veranstaltungen

Der **Kanton Basel-Stadt** hat zur Fußball EM 2008 eine spezielle Verordnung (11.12.2007) erlassen, mit folgenden Kernaussagen:

§ 5. Zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen durch Industrie- und Gewerbebetriebe (inkl. Vereins- und Klubwirtschaften) sowie zur Risikominimierung in Publikumsbereichen:

Im Stadion an den Spieltagen und in den öffentlichen Bereichen der offiziellen Fanzonen und anderen Veranstaltungen auf öffentlichem Grund an allen Tagen vom 6.6. - 29.6.2008:

Stadion: Getränke nur im Offenausschank in Mehrwegbechern aus Polypropylen (Pfandpflicht von CHF 2.-)

Fanzonen: Getränke für den Konsum im Außenbereich dürfen nur offen in Mehrwegbechern aus Polypropylen oder in PET-Flaschen ohne Deckel („cap off“) ausgedient werden. (Pfandpflicht für alle Gebinde von CHF 2.-)

Weitere Maßnahmen sind:

Nahrungsmittel dürfen nur mit minimierter Verpackung oder mit einer Mehrwegunterlage (Pfand von CHF 2) abgegeben werden. (Gilt für Stadion, Fanzonen und öffentlichen Raum),

Druckerzeugnisse und Werbematerialien dürfen nur mit einer Bewilligung des Amtes für Umwelt und Energie (Grundsätze der Ressourcenschonung und Abfallvermeidung) verteilt werden. (Gilt für Stadion, Fanzonen und öffentlichen Raum) und

Im Backstage-Bereich ist namentlich für Glas, PET, Alu sowie Papier und Karton eine Abfalltrennung durchzuführen.

**Berner Gesetz:** An bewilligungspflichtigen Veranstaltungen auf öffentlichem Grund muss grundsätzlich Pfand- und Mehrweggeschirr verwendet werden.

Für die Einhaltung der Regelung ist der Veranstalter verantwortlich.

Im Einzelfall kann die Pflicht zur Verwendung von Pfand- und Mehrweggeschirr unzumutbar und unverhältnismäßig sein.

- begründetes Ausnahmegesuch und
- geeignete Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Abfall: Fingerfood, Pommefrites, Crêpes usw. (Serviette, Papiertüten)

Verordnung für die EURO 2008 in Fanzonen und Fanachsen:

- Getränke nur im Offenausschank und in Mehrwegbecher aus Kunststoff mit einem Pfand/Depot von 2,- CHF (1,2 €)
- Essen nur mit Servietten (Pack ins Brot)

## 4.2 Biologisch abbaubare Kunststoffe beim Einsatz als Getränkebecher: Kompostierbarkeit und gentechnische Aspekte

Biologisch abbaubare Kunststoffe können aus nachwachsenden Rohstoffen wie Stärke, Zellulose, Sojaprotein oder Milchsäure sowie aus petrochemischen Grundstoffen gewonnen werden. Zurzeit stellen die Polymilchsäure (PLA) und die Polyhydroxyalkanoate (PHA) aus Maisstärke zusammen mit den petro-basierten Estern (z.B. BASF Ecoflex) die wichtigsten Grundstoffe für biologisch abbaubare Kunststoffe dar.

Polymilchsäure kann synthetisch oder auf fermentativem Weg aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden (PRINGER und FISCHER, 2003). Für die großtechnische Herstellung der Milchsäure dienen Kohlenstoffe als Ausgangsstoff, welche aus Rohstoffen wie Mais, Getreide oder Zuckerrübe gewonnen werden (GROOT et al., 2000), wobei derzeit vorwiegend Maisstärke eingesetzt wird. Bei der Herstellung von Polymilchsäure aus Mais wird das Maiskorn in den Keim und die ihn umgebende Hülle getrennt. Der Maiskeim wird zu Speiseöl verarbeitet, der Rest wird so aufbereitet, dass die im Maiskorn enthaltene Stärke möglichst rein gewonnen werden kann. Anschließend wird die Stärke in Zucker umgewandelt, welcher als Nahrung für spezielle Mikroorganismen dient. Durch Fermentation (= biologische Reaktion unter Luftabschluss) wird der Zucker dabei in kleinere Einheiten zerlegt und Milchsäure gebildet. Diese Milchsäure spaltet sich unter Wärmeeinwirkung und formt ringförmige Moleküle, die so genannten Lactide. Unter Zugabe von Katalysatoren, wie z.B. Zinnoxid, findet eine Ringöffnungspolymerisation statt, es entsteht aus den einzelnen Lactidringen ein langes Kettenpolymer, die Polymilchsäure.

Das Material kann weitgehend auf herkömmlichen Anlagen und mit allen gängigen Kunststoffverarbeitungsverfahren zu Produkten weiterverarbeitet werden (GROOT et al., 2000). Durch seine physikalischen und mechanischen Eigenschaften kann PLA als Substitutionsprodukt für Thermoplaste eingesetzt werden.

Ein Nachteil von PLA ist sein tiefer Erweichungspunkt von rund 60°C. Diese Eigenschaft beschränkt das Einsatzgebiet z.B. im Cateringbereich auf kalte Speisen und kalte Getränke.

Führender Hersteller von PLA ist die amerikanische Firma NatureWorks™ LLC, welche aus dem Joint Venture der beiden Großkonzerne Cargill und Dow Chemicals hervorgegangen ist. Daneben gibt es noch Mitsui und Unitika, zwei japanische Hersteller, sowie Hycail, ein europäischer Hersteller, welcher ausschließlich gentechnikfreie Rohstoffe (Zuckerrüben) einsetzt. Für die Zukunft plant Hycail eine Produktionsanlage mit einer Jahreskapazität zwischen 25.000 und 150.000 t ([www.hycail.com](http://www.hycail.com)). (SCHNEIDER, 2005)

Aspekte bei der Verwendung von gentechnisch veränderten Rohstoffen für die Produktion von PLA Einweggetränkebechern

Die Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt, ist, ob Produzenten und Verkäufer von PLA-Einweggetränkebechern garantieren können, dass kein gentechnisch veränderter Mais

verwendet wurde. Eine derartige Garantie kann vom Produzenten nur dann gegeben werden, wenn von unabhängiger Seite kontrolliert und bestätigt wird, dass die pflanzlichen Rohstoffe für das Ausgangsmaterial nicht gentechnisch verändert wurden. Nur bei statistisch abgesicherter (d.h. Stichprobenumfang und -größe) und regelmäßiger Kontrolle kann diese Garantie gegeben werden. Statistisch abgesichertes Vorgehen, Transparenz der Definition von „gentechnikfrei“, Offenlegung der Ergebnisse und das Zulassen einer qualifizierten öffentlichen Diskussion bilden die notwendige Basis für eine derartige Aussage. Eine Anlehnung an die Kennzeichnung von gentechnikfreien Lebensmitteln, wie derzeit auf EU-Ebene diskutiert, ist denkbar. Das meiste derzeit am Markt erhältliche PLA basiert auf dem Rohstoff Maisstärke, der in den USA hergestellt wird. Daher liegt die Annahme nahe, dass es sich um gentechnisch veränderten Mais handelt. Die in der vorliegenden Ökobilanz berechneten Szenarien berücksichtigen jedoch mögliche negative Auswirkungen der Gentechnik beim Anbau von Mais nicht. In den PLA-Bechern selber sind aber keine gentechnisch veränderten Organismen enthalten!

Die Diskussion im Zusammenhang mit möglichen Auswirkungen von gentechnisch veränderten Pflanzen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Niemand kann derzeit abschätzen, welche Folgen die Eingriffe ins Erbgut für Gesundheit und Umwelt haben. Die Wissenschaft kann weder den genauen Ort, wo das Gen in die Pflanze eingebaut wird, noch die Wechselwirkungen mit anderen Genen und Proteinen gezielt steuern, was beim Anbau von Gen-Pflanzen zu überraschenden Nebenwirkungen führen kann. Einmal in die Umwelt freigesetzt, sind Gen-Pflanzen nicht mehr rückholbar. Sie können eine Gefahr für das ökologische Gleichgewicht und die menschliche Gesundheit darstellen.

Der großflächige Anbau von Gen-Pflanzen in Nordamerika und Argentinien macht dies drastisch deutlich: höherer Pestizidverbrauch, Entstehung von Superunkräutern, Schädigung von Nützlingen, Verdrängung traditioneller Pflanzenarten und damit die Gefährdung unserer Artenvielfalt.

Des Weiteren steht die grundsätzliche Frage im Raum, ob die Verwendung nachwachsender Rohstoffe (bzw. des für deren Anbau erforderlichen Bodens) für die Gewinnung von Energie oder die Verarbeitung zu Einweggetränkebechern, gegenüber der Erzeugung von Lebensmitteln ethisch vertretbar ist.

### **PLA Getränkebecher: Biologisch abbaubar versus Kompostierbar!**

Prinzipiell muss zwischen biologisch abbaubar und kompostierbar unterschieden werden.

Organische Material wie Küchenabfälle, Strauchschnitt, Holz oder Papier sind biologisch abbaubar. Durch natürliche Prozesse und durch Mikroorganismen (z.B Bakterien) sind diese Materialien in ihre Bausteine und in Abbauprodukte zerlegbar.

Biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW) lassen sich wie konventionelle Kunststoffe (Thermoplaste) mit gängigen Verfahren der Kunststofftechnik verarbeiten. Produkte aus BAW können Kunststoffprodukte ersetzen. Im Unterschied zu Kunststoffen können alle organischen Bestand-

teile von BAW durch mikrobiellen Abbau vollständig in CO<sub>2</sub> und Wasser zersetzt werden. Rahmenbedingungen der „Biologischen Abbaubarkeit“ liefert die DIN EN 13432. Dabei ist die biologische Abbaubarkeit eine Folge der chemischen Struktur und nicht der Rohstoffherkunft: es gibt auch BAW auf Basis von Erdöl, die diese Eigenschaft besitzen. Aus Gründen des Umweltschutzes und des Produkt-Image werden aber viele BAW auf Basis nachwachsender Rohstoffe, wie z.B. Stärke, Zucker oder Cellulose, hergestellt.

Kompostierung ist eine gesteuerte exotherme biologische Umwandlung organischer Materialien in ein huminstoffreiches Material mit mindestens 20 Masseprozent organischer Substanz.

Ziel der Kompostierung ist der möglichst rasche und verlustarme Abbau der organischen Ursprungssubstanzen (=hochmolekulare, natürliche Kohlenstoff/Wasserstoffverbindungen) und gleichzeitig der Aufbau stabiler, pflanzenverträglicher Humussubstanzen.

Diverse Labels und Logos bestätigen die Kompostierbarkeit von so genannten biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW). Erfolgt die Zersetzung in technischen Kompostieranlagen im Rahmen üblicher Rottezeiten (6-12 Wochen) gelten BAW als "kompostierbar".

Dass ein Werkstoff biologisch abbaubar ist, bedeutet aber noch lange nicht, dass diese Umwandlung in einem Rotte- oder Mieteprozess der technischen Kompostierung tatsächlich im gewünschten Ausmaß erfolgt. Im Unterschied zu "biologisch abbaubar" wird für „kompostierbar“ ein Zeitrahmen vorgegeben. Zum Nachweis der Kompostierbarkeit von BAW wurden eigens die Normen DIN V 54900 und CEN 13432 geschaffen.

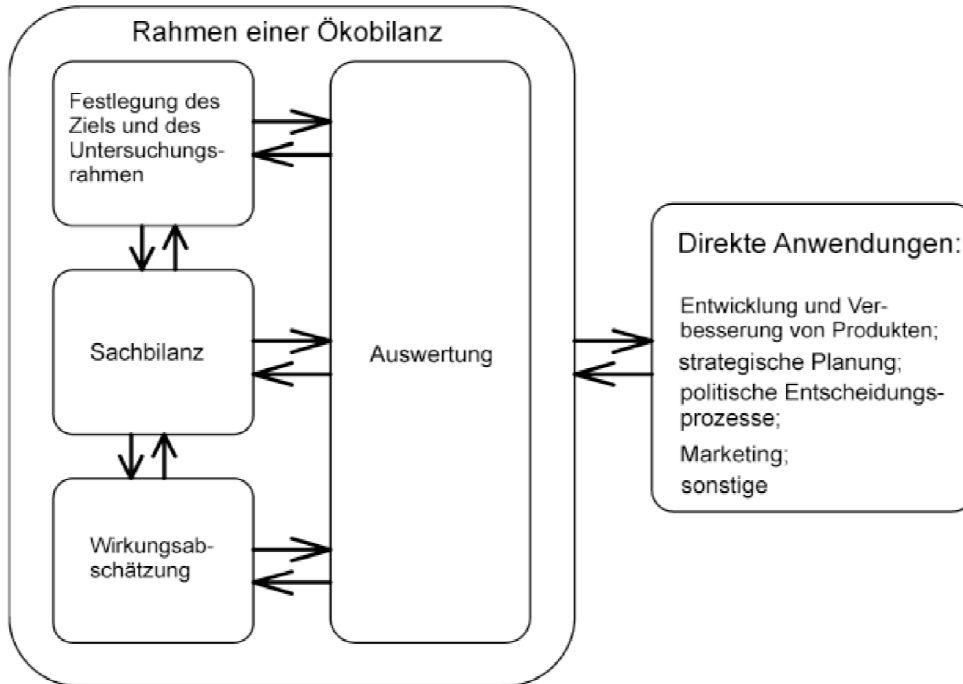
Laut österreichischer Kompostverordnung sind biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien mit zumindest 95% natürlichen Ursprungs aus nachwachsenden Rohstoffen, die auch chemisch modifiziert sein können, zulässige Ausgangsmaterialien für Kompost und Qualitätsklärschlammkompost nicht aber für Qualitätskompost, sofern die Eignung für die Kompostierung mittels Gutachten nachgewiesen ist. Das Gutachten hat zumindest den vollständigen Abbau (nicht nur Desintegration) im Rahmen der für das Herstellungsverfahren üblichen Rottezeiten zu bestätigen und ist bei jeder Anlieferung erforderlich.

Offen ist die Frage, ob die Kompostierung von PLA Material als Entsorgungsvariante ökologisch Sinn macht. Da PLA Material keine pflanzenverfügbaren Nährstoffe (Strukturformel) beinhaltet und auch keinen Beitrag zum Aufbau von Bodenstruktur liefert, ist die Kompostierung eine reine Entsorgung.

## 5 Methodik und Vorgehen

### 5.1 Quantitative ökologische Beurteilung

Mit der Ökobilanz werden die Auswirkungen der Stoff- und Energieströme auf die Umwelt während des gesamten Lebensweges erfasst.

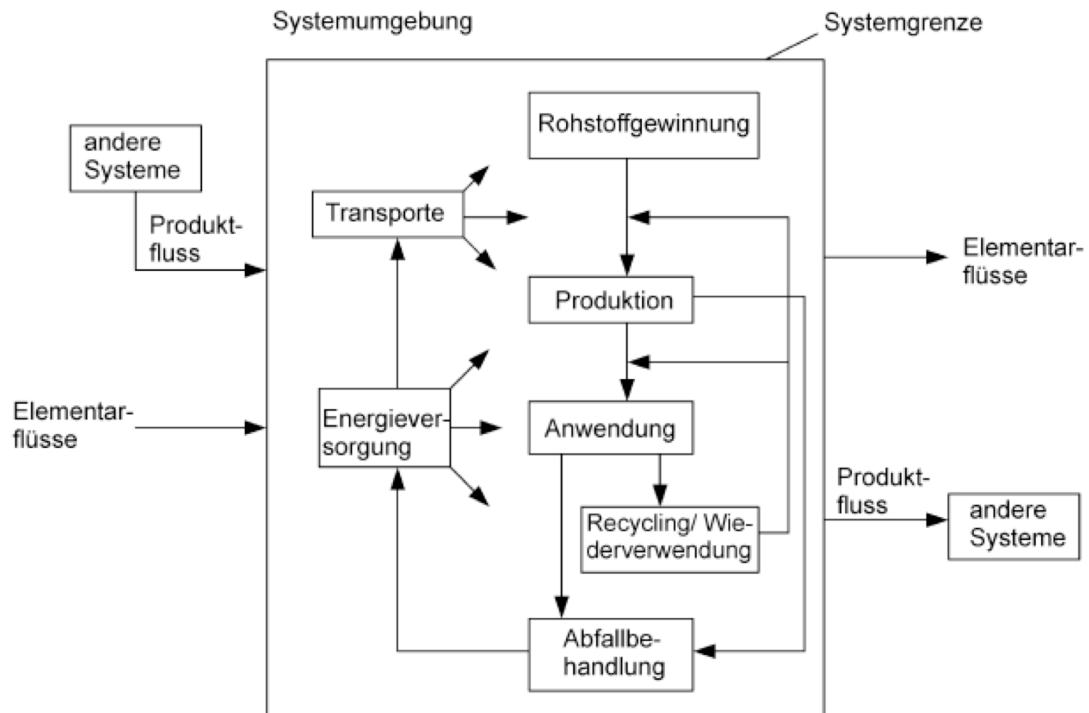


**Abbildung 6: Bestandteile einer Ökobilanz (aus DIN EN ISO 14040)**

Es wurde sichergestellt, dass die zu untersuchenden (Becher-)Systeme umfassend über ihren gesamten Lebensweg erfasst werden und alle ergebnisrelevanten Umwelteinwirkungen in der Bilanz Berücksichtigung finden. Eine Ökobilanz vergleicht die Umweltauswirkungen von Produkten/Prozessen über den gesamten Lebensweg, um die Auswahl des besseren Produktes/Prozesses zu ermöglichen und um Produkte, Prozesse oder Betriebe auf Quellen relevanter Umweltbelastung analysieren zu können, und unterstützt Entscheidungsträger bei der Priorisierung von Verbesserungsmaßnahmen.

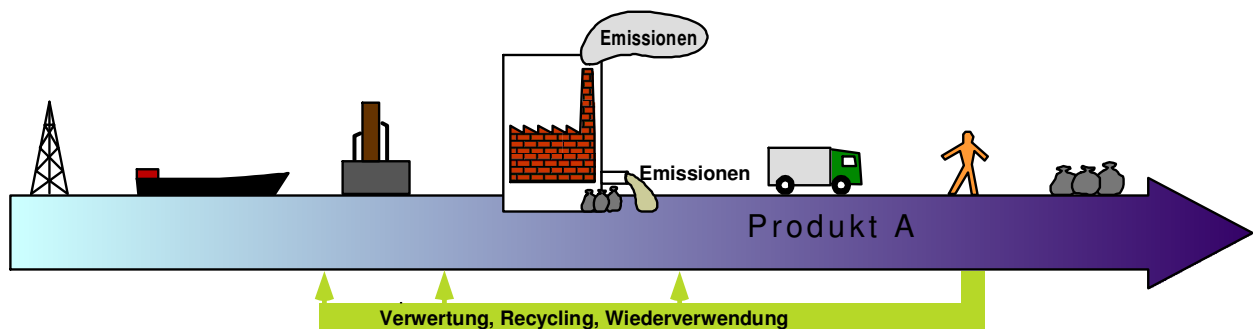
Eine ökologische Bewertung umfasst nach ISO Norm 14'040 die folgenden Schritte:

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



**Abbildung 7: Beispiel eines Produktsystems für eine Ökobilanz (aus DIN EN ISO14040)**

Die Ökobilanz wurde nach den einschlägigen Vorgaben der DIN EN ISO 14040 und 14044 durchgeführt und durch die Anwendung verschiedener Bewertungsmethoden ergänzt (vgl. Kapitel 8). Die folgende Grafik verdeutlicht den umfassenden Ansatz der Ökobilanz.



**Abbildung 8: Ökobilanz – Lebenszyklusanalyse: Erfassung und Bewertung von Emissionen, Energie- und Betriebsmittelverbrauch über den gesamten Lebensweg**



## 5.2 Problemstellung und Rahmenbedingungen

Den folgenden Fragestellungen wird mit dieser Analyse nachgegangen:

- Mit dieser Studie soll abgeklärt werden, welches System zum offenen Ausschank von Getränken mit den geringsten Umweltauswirkungen verbunden ist. Welche Getränkebechervariante verursacht die geringsten Umweltbelastungen an Großveranstaltungen wie Fußballspiele im Ligabetrieb oder bei Turnieren wie Fußballmeisterschaften oder bei sonstigen Großveranstaltungen?
- Ergibt sich eine Reduktion der Umweltauswirkungen durch die Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen?
- Kann durch die Kompostierung von Produkten aus biologisch abbaubaren Kunststoffen die Umweltbelastung wesentlich gesenkt werden?
- Wie hoch sind die Umweltauswirkungen durch die Verwendung von BELLAND®Material als Getränkebecher?

Dabei sollen die Umweltauswirkungen möglichst umfassend bewertet werden. In dem Sinne, dass der gesamte Lebensweg berücksichtigt wird. Die Ergebnisse dieser Studie sind für die externe Kommunikation bestimmt. Eine Überprüfung (externes Critical Review) wird durch den unabhängigen Experten Paul W. Gilgen der EMPA durchgeführt.

Primärer Fokus der Ökobilanz stellt die Nutzung von Bechersystemen im Fußballalltag der Ligastadien in Deutschland, Österreich und der Schweiz dar. Ein Augenmerk gilt dabei neben dem normalen Ligabetrieb auch der im Jahr 2008 stattfindenden Fußball Europameisterschaft UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>. Wie die Fußball-WM 2006 in Deutschland und dessen Green-Goal-Projekt gezeigt hat, nimmt die Becherwahl beim Getränkeausschank eine zentrale Rolle im Rahmen eines Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitskonzepts bei (Sport-) Großveranstaltungen ein.

Zu Beginn der Ökobilanz steht immer die Frage des Untersuchungsrahmens bzw. nach den zu betrachtenden Bechersystemen.



## 5.3 Systemgrenzen

Das Erfassen der Stoff- und Energieflüsse erfolgt über den gesamten Lebensweg, d.h. von der Rohstoffbereitstellung über die Produktion, den Gebrauch bis zur Wiederverwendung bzw. Entsorgung. Im Rahmen dieser Untersuchung beinhaltet dies im Wesentlichen:

Die Bereitstellung der Grundmaterialien, wie Kunststoffe, Karton, Maisstärke etc.

- Verarbeitung der Materialien, Beschichtung der Materialien und Herstellung der Becher,
- Bereitstellung der benötigten Energieträger,
- Transporte, inklusive Herstellung, Wartung, Betrieb und Entsorgung der Transportmittel, sowie die benötigte Infrastruktur,
- Reinigung der Mehrwegbecher,
- Wiederaufbereitung der kreislauffähigen Kunststoffe und
- Aufwendungen für die Entsorgung bzw. Kompostierung.

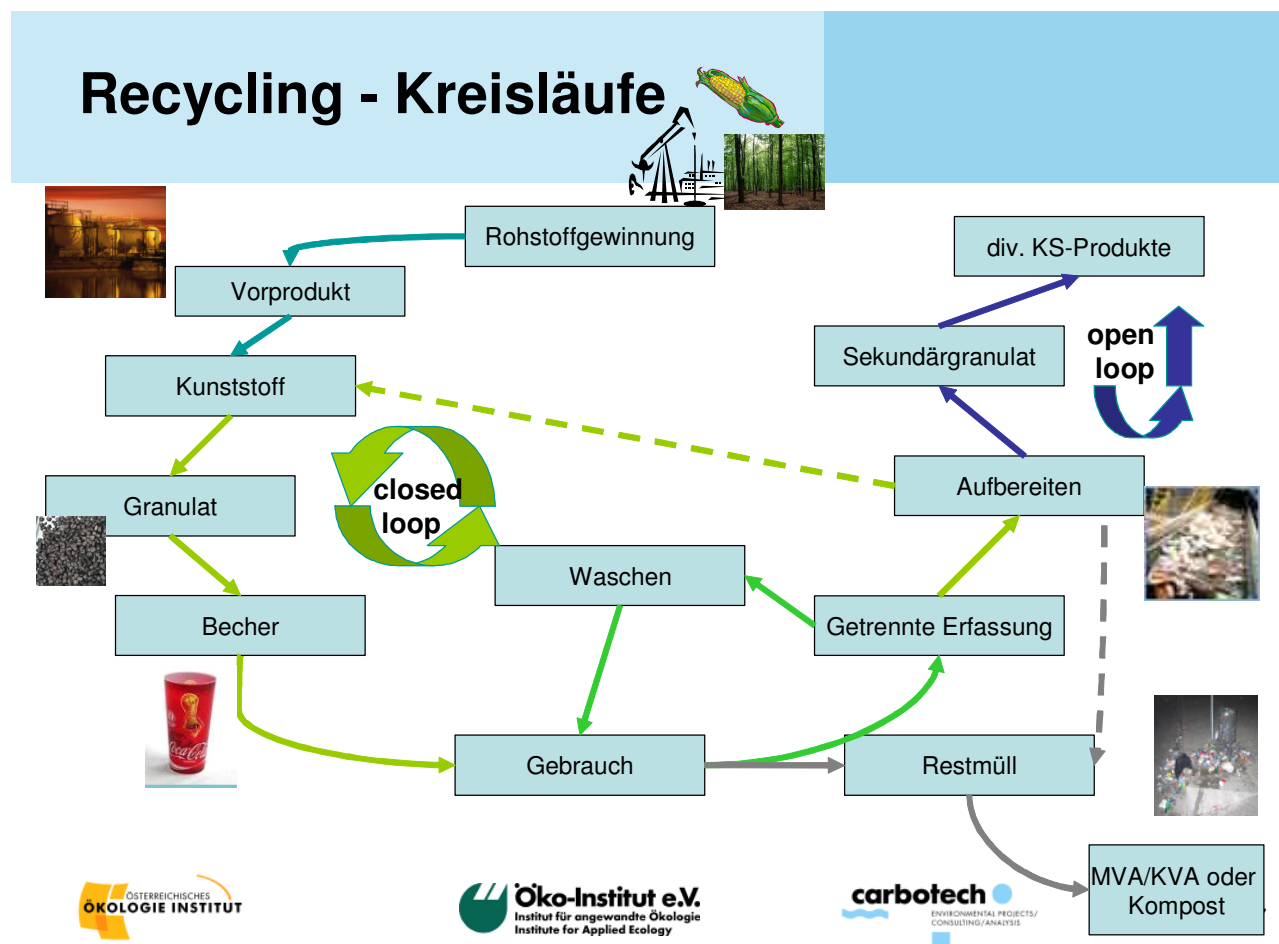


Abbildung 9: Recyclingkreisläufe mit geschlossenem (closed loop) bzw. offenem Kreislauf (open loop) im Vergleich zur Wiederverwendung gebrauchter Becher

Die vorliegende Ökobilanz hat sich nicht nur auf die Fußballstadien begrenzt. Wie das Beispiel der WM 2006 in Deutschland gezeigt hat, stellen die Spielübertragungen auf Großleinwänden (Public Viewing) in den (Host) Cities ebenfalls Großveranstaltungen mit einem enormen und im Verhältnis zu den Stadien noch viel größeren Getränkeumsatz dar. Die umfassende Bilanz untersuchte auch solche Veranstaltungen (vgl. Kapitel 9.2) und weitere spezifische Aspekte von städtischen Veranstaltungen sowie die Unterschiede zwischen Ligaspielen und einem Turnier wie der UEFA EURO 2008™.

## 5.4 Funktionelle Einheit

Als Vergleichsbasis wird im Rahmen dieser Studie folgende funktionelle Einheit verwendet:

Ausgabe von einem Getränk in einem 5dl Becher (Bier bzw. Softdrink), unabhängig, ob Einweg- oder Mehrwegbecher

## 6 Sachbilanz

### 6.1 Rahmenbedingungen EURO, Ligabetrieb, Public Viewing

#### Fußballeuropameisterschaft 2008

Die Endrunde der 13. Fußball-Europameisterschaft (UEFA EURO 2008™) wird vom 7. bis 29. Juni 2008 erstmals in Österreich und in der Schweiz ausgetragen. Es treten sechzehn Nationalmannschaften zunächst in der Gruppenphase in vier Gruppen und danach im KO-System gegeneinander an. Der Europameister 2008 wird schließlich im Endspiel am 29. Juni 2008 in Wien ermittelt.

Insgesamt werden während des dreiwöchigen Turniers, das unter dem Motto „Erlebe Emotionen“ steht, mehr als eine Million Tickets für die 31 Begegnungen in acht Stadien verkauft. Neben den Zuschauern in den Stadien werden bis zu 10 Millionen Fans auf offiziellen Fanmeilen in den Spielstädten erwartet. Kumuliert werden die Spiele von vermutlich mehr als acht Milliarden Zuschauern am Fernsehschirm verfolgt werden.

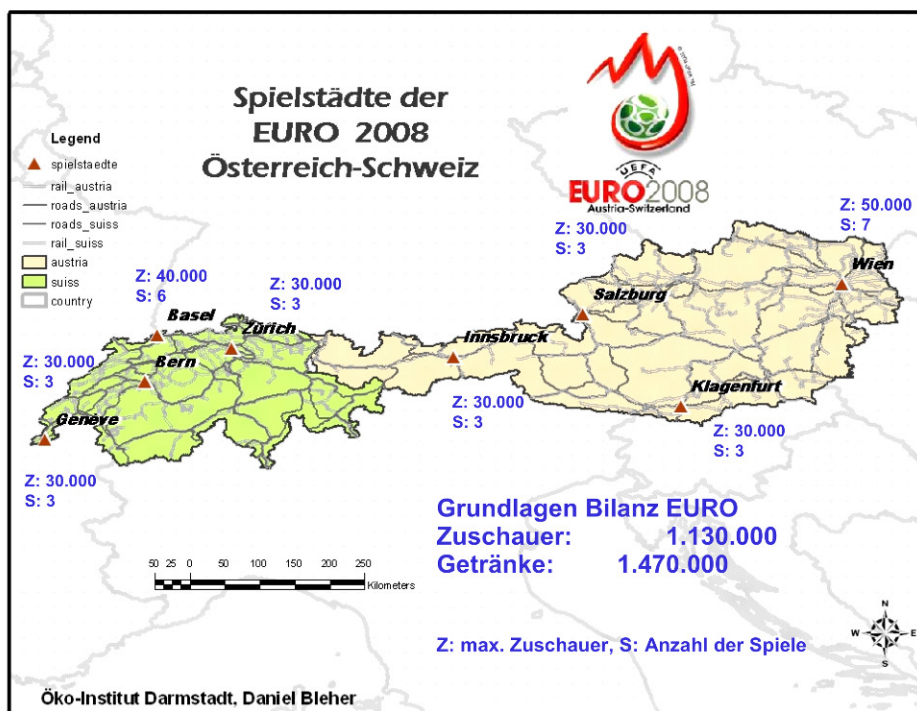


Abbildung 10: Spielstädte der EURO 2008 mit Angaben zu der Anzahl der Spiele und zum maximalen Fassungsvermögen der Stadien

Die Austragungsorte in Österreich:

- Wien, Ernst Happel Stadion: 50.000 Zuschauer, 7 Spiele (3x Vorrunde, 2x Viertelfinale, 1x Semifinale, Finale)
- Klagenfurt, Wörthersee Stadion: 30.000 Zuschauer, 3 Spiele (3x Vorrunde)

- Salzburg, Wals-Siezenheim: 30.000 Zuschauer, 3 Spiele (3x Vorrunde)
- Innsbruck, Tivoli neu: 30.000 Zuschauer, 3 Spiele (3x Vorrunde)

Die Austragungsorte in Schweiz:

- Basel, St. Jakob-Park: 40.000 Zuschauer, 6 Spiele (3x Vorrunde inklusive Eröffnungsspiel, 2x Viertelfinale, 1x Semifinale)
- Bern, Stade de Suisse Wankdorf: 30.000 Zuschauer, 3 Spiele (3x Vorrunde)
- Genf, Stade de Genève: 30.000 Zuschauer, 3 Spiele (3x Vorrunde)
- Zürich, Letzigrund: 30.000 Zuschauer, 3 Spiele (3x Vorrunde)

### **Public Viewing / Fanzonen / Fanmeilen:**

Der Begriff des Public Viewing als Scheinanglizismus (wird im englischen Sprachraum in diesem Sinne nicht benutzt) bedeutet das gemeinschaftliche Mitverfolgen vieler ZuschauerInnen von live übertragenen, medialen Großereignissen wie z. B. Sportveranstaltungen auf Großbildleinwänden an öffentlichen Standorten (Stadtplätzen, Straßenzügen, Einkaufszentren, Gaststätten etc.). Obwohl dieses Phänomen nicht neu ist, hat sich erst seit der Fußball-Weltmeisterschaft 2006 in Deutschland im deutschen Sprachgebrauch dafür der Begriff Public Viewing eingebürgert. Hauptgrund für die Initiative des Organisationskomitees bei dem internationalen Fußball-Weltverband FIFA war die zu geringe Anzahl an Eintrittskarten.



An sämtlichen Spielorten werden für die EM Teile der Stadt zu Fanmeilen umgewandelt, auf denen Millionen Fans erwartet werden.

Die offizielle Frist für die sonstigen Public Viewing-Areas läuft am 30. April 2008 ab. Wer Public-Viewing-Angebote mit Leinwänden ab einer bestimmten Größe zur Verfügung stellen will, muss um die Lizenz ansuchen und im Fall einer kommerziellen Verwertung auch eine Gebühr entrichten.

## Beispiele für Public Viewing und Fanzonen (Fokus Österreich)

Wien: 70.000 Menschen am Ring, Kaiserwiese im Prater, Fancamp Wien, Hanappi Stadion etc.: In der Bundeshauptstadt Wien konzentrieren sich die Public-Viewing-Bereiche vor allem auf die Fanzone zwischen Heldenplatz und Rathausplatz. Auf dem 100.000 Quadratmeter großen, 70.000 Menschen fassenden Areal werden insgesamt neun LED-Bildschirme das Spielgeschehen live übertragen. Geplant ist der Standort Kaiserwiese im Prater mit einer Kapazität von bis zu 10.000 Fußballbegeisterten die Matches per Videowall verfolgen können.

In Kärnten wird es während der EURO 2008 rund 30 Public-Viewing-Areale geben. Neben den zwei offiziellen UEFA-Fan-Zonen in der Klagenfurter Innenstadt wird es in der Landeshauptstadt eine dritte - nicht offizielle - Zone im Bereich des Europaparks am Wörthersee geben. Diese wird - ebenso wie ein großer Public-Viewing-Bereich am Faaker See - von der Kärnten Werbung organisiert.

Die Host City Salzburg hat ihre Planungen für die offizielle Public-Viewing-Zone in der Salzburger Altstadt abgeschlossen. Die Konzepte wurden bei den zuständigen Behörden und der UEFA eingereicht. Öffentliche Übertragungen von EM-Spielen, die eine UEFA-Lizenz erfordern, sind auch im "Fancamp" im Salzburger Messezentrum sowie in den Gemeinden Saalfelden, Kaprun (Pinzgau) und Kuchl (Tennengau) geplant.

In Tirol wird es inklusive der Landeshauptstadt in 20 Orten Public Viewing-Plätze geben. Pro Spieltag sollen Kapazitäten für etwa 50.000 fußballbegeisterte Zuschauer zur Verfügung stehen. Auf dem Schiff "Stadt Innsbruck" am Achensee wird eine schwimmende Fanzone eingerichtet.

Bregenzer Seebühne: Ein ganz besonderes Ambiente bietet das Public Viewing auf der Seebühne der Bregenzer Festspiele.

Die permanente große Public-Viewing-Zone in Niederösterreich wird in St. Pölten eingerichtet. Als Standort fix ist die ehemalige Tennis-Arena auf dem Areal der NÖ Landessportschule. Neben 2.300 Sitzplätzen wird es 3.000 bis 5.000 Stehplätze geben.

In Oberösterreich steht die Zahl der Public-Viewing-Plätze noch nicht fest. Es können aber ohne weiteres zwischen 50 und 100 sein. In Linz gelten das Urfahrannermarktgelände und der Pfarrplatz als wahrscheinlich.

In Österreich wird zusätzlich von Coca-Cola und der Kronen Zeitung eine Fantour mit Trucks und mobilen Leinwänden organisiert.

In 16 Schweizer Städten (nicht aber in den Spielorten) werden sogenannte UBS-Arenen erstellt.

In Liestal (Schweiz) wird unter dem Namen 9. Stadion zudem das größte provisorische Stadion der Schweiz mit 8.000 Sitz- und unzähligen Stehplätzen erstellt, in dem die Spiele auf Großleinwand verfolgt werden und die Fans übernachten können.

## 6.2 Charakterisierung der untersuchten Systeme

Die untersuchten Becher sind in folgender Tabelle dargestellt. Die meisten Bechertypen und deren Daten stammen in erster Linie von den Herstellern und ggf. von veröffentlichten Studien und Ökobilanzen (siehe Literatur- und Quellenverzeichnis).

**Tabelle 4: Gewichtsangaben zu den untersuchten Ein- und Mehrwegbechern (\* Angabe des Herstellers, \*\* Ergebnis einer Wägung von PLA-Bechern)**

	Gewichtsangaben	Verwendete Werte
<b>Einwegbecher aus:</b>		
- Polystyrol, PS	12 – 20 g	16 g
- Polyester, PET	8.5 – 17.5 g	11.5 g
- Polylactide, PLA*	9,9* – 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

Die in der Tabelle beschriebenen Daten aus Herstellerangaben wurden im Wesentlichen übernommen und falls notwendig angepasst, z.B. wurde bei einer Spanne von Werten das gewichtete Mittel für die Bilanz herangezogen. Allgemeine Daten (z.B. Strombereitstellung, Transportdistanzen etc.) wurden an die Verhältnisse der Schweiz und Österreich (Bilanzen zur EURO) bzw. Deutschland (Ligabetrieb) angepasst und als Grundlagedaten für die ersten Berechnungen die Ökoinventardaten aus dem Jahr 2006 (ecoinvent 1.3) verwendet. Die damit erhaltenen Zwischenergebnisse wurden den Auftraggebern und der UEFA im November 2007 persönlich und der Öffentlichkeit im Internet präsentiert.

Im Dezember 2007 wurden die neu verfügbaren Ökoinventardaten (ecoinvent 2.01) für eine Neuberechnung herangezogen. Die hier in diesem Bericht publizierten Ergebnisse basieren somit auf den aktuellsten Ökoinventardaten und Grundlagen. Daraus ergaben sich geringfügige Unterschiede zu den im November der UEFA vorgestellten Resultaten. Diese Unterschiede sind jedoch so klein, dass sich keine Unterschiede für die gesamte Beurteilung ergaben.



## 6.3 Wichtige Einflussgrößen

### 6.3.1 Entwicklungsstände der Bechersysteme

Bei den Getränkebecher-Systemen liegen unterschiedliche Entwicklungsstände vor. Während es sich beispielsweise beim Mehrwegbecher oder Einwegbechern aus PET, PP und PS um lang erprobte Systeme handelt, liegen beim Belland-System noch keine Langzeiterfahrungen mit dem Material vor. Um zu vermeiden, dass die Studie beim Erscheinen schon als „veraltet“ kritisiert wird, wurden ausgehend von einem konkreten Entwicklungsstand auch abzusehende mögliche Entwicklungen (mögliche Zukunftsszenarien) berücksichtigt.

Zudem konnte über Sensitivitätsanalysen der Einfluss unterschiedlicher Leistungsstufen aufgezeigt werden.

### 6.3.2 Verwertung der Becher

Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Ergebnisse hat die Art der Verwertung oder Entsorgung der Getränkebecher nach der Nutzungsphase. Während vielfach die Müllverbrennung/Kehrrichtverbrennung als Entsorgungsvariante angesetzt wird, sollte bei Bechern, die sortenrein vorliegen (z.B. bepfandete Einwegbecher) ein hochwertiges, werkstoffliches Recycling als Standard bilanziert werden. Informationen im Rahmen des Green Goal-Projekts (STAHL, 2007) lassen beispielsweise erwarten, dass beim Recycling von sortenreinen Bechern Kunststoff-Primärmaterial ersetzt wird. Bei einem umfassenden Ansatz konnten verschiedene Entsorgungsvarianten bilanziert und konkrete Recyclingvarianten recherchiert und analysiert werden. Außerdem wurde der Effekt des stofflichen Recyclings bei Einwegbechern aus PS und PET untersucht, die dann durch ein getrenntes Sammelsystem sortenrein erfasst werden müssten. Dies könnte beispielsweise mit Bepfandung und Rücknahmeautomaten geschehen.

Die Aufwendungen zur Herstellung des Primärgranulats werden den Becher-Systemen gutgeschrieben und mit denen zur Herstellung des Regranulats verrechnet. Die Gutschrift für das System enthält jeweils nur 50% der Aufwendungen bzw. der eingesparten Umweltlasten aus der Neuproduktion, da das Produktsystem in dem das Rezyklat eingesetzt wird ebenfalls eine entsprechende Gutschrift bekommt. Diese Allokationsregel ist notwendig, um eine doppelte Begünstigung durch Recycling im „open loop“ zu vermeiden. Wäre als Basis der Allokation anstelle der 50:50 Regel die Preisrelationen zwischen Neuware und Regranulat herangezogen worden, wären am Beispiel des PET etwa 40% der Gutschriften dem Bechersystem und die restlichen 60% der Neuproduktion zuzuordnen.

Anders wird beim „closed loop“ Recycling alloziert, wie es etwa bei Bechern aus Belland-Material angestrebt wird. Hier verbleibt das recycelte Material im System und damit natürlich auch 100 % der Gutschriften für die Aufwendungen zur Herstellung des eingesparten Neumaterials.

Für die Verbrennung in der MVA/KVA werden bei den Szenarien für die Schweiz und Österreich (EURO und Public Viewing) die durchschnittliche Schweizer MVA/KVA angesetzt (SCHWAGER 2006), die auch den Durchschnitt der österreichischen Anlagen für diese Bilanz ausreichend genau wieder gibt. Bei den Szenarien, die den deutschen Ligabetrieb bilanzieren, wird die durchschnittliche MVA/KVA in Deutschland zugrunde gelegt (DEHOUST et al. 2005; DEHOUST et al. 2002).

Die in den MVA/KVA gewonnene Energie in Form von Strom, Wärme und Prozessdampf wird für die EURO 2008 nach den Energiemixen in der Schweiz und Österreich, für den Ligabetrieb in der Bundesliga und Hannover nach den Mixen in Deutschland (FRITSCHE et al. 2004) gutgeschrieben. Die gleichen Energiemixe werden auch für die benötigte Energie (Strom und Wärme) herangezogen.

Die entsprechenden Daten hierzu sind außerdem den Flussdiagrammen im Anhang (vgl. Kapitel 16.1) zu entnehmen.

Für die Gutschriften aus der thermischen Nutzung der Becher in der MVA/KVA ist neben den Leistungsdaten der Anlagen und den Energiemixen auch der Heizwert der verschiedenen Bechermaterialien von Bedeutung. Für die Bilanzen wurde von folgenden Heizwerten ausgegangen:

- PS 40 MJ/kg
- PP 44 MJ/kg
- PET 24 MJ/kg
- PLA 30 MJ/kg
- Karton 20 MJ/kg
- Rohöl 42 MJ/kg

### 6.3.3 Transporte

Neben den Produktionsprozessen können Transporte für die Ergebnisse einer Ökobilanz von großer Bedeutung sein. Dabei schlagen beim Mehrwegbecher die Transporte von und zu den Reinigungsstationen zu Buche, während auf der Seite der Einwegbecher die Transporte zum Stadion und zur Verwertung bzw. Entsorgung zu berücksichtigen sind. Auch der Einfluss des Transports des Primärmaterials für die Becherherstellung wurde natürlich untersucht.



**Tabelle 5: Transportentfernungen**

<b>PP, PE, PET</b>	<b>Kunststoffe kommen aus europäischem Anlagenmix</b>
<b>PLA</b>	<b>Maisanbau und Kunststoffproduktion in USA</b>
<b>MW-Becher</b>	<b>Mittlere Entfernung der Waschstationen von den Stadien 100 km bei Euro und Ligabetrieb Deutschland, 5 km in Hannover und beim Public Viewing in Wien</b>
<b>MW- Becher EW-Becher</b>	<b>Mittlere Entfernung von der Produktion zu den Stadien 400 km</b>
<b>KVA</b>	<b>Mittlere Entfernung von den Stadien 30 km</b>

Für die Ermittlung der Entfernungen, die für die Lieferung der Mehrweg-Becher von den Stadien zu den Waschstationen und zurück anzusetzen sind, wurde die für die EURO konkret zu erwartende Situation bilanziert. Dabei wurde auch die Verteilung der Becher von den Anlieferstellen (Annahme für Österreich Wien, für die Schweiz Basel) der Becher zu den einzelnen Stadien, sowie der Transport der Becher aus den Vorrunden zu den Stadien Wien und Basel, in denen die Finalrunden stattfinden, berücksichtigt.

In die Bilanz gingen folgende Waschstationen ein

- für Österreich: Wien und München,
- für die Schweiz: Interlaken und Basel.

Daraus ergibt sich für jeden Becher je Nutzung eine mittlere gewichtete Transportentfernung von ca. 100 km, das heißt für An- und Abtransport zu den Waschstationen müssen die Becher durchschnittlich einen Weg von 200 km zurücklegen. Das ist eine äußerst konservative Abschätzung und stellt den möglichen Höchstwert der zu erwartenden durchschnittlichen Transportentfernung dar.

Für den Bundesligabetrieb in Deutschland wurde die für die Schweiz und Österreich ermittelte mittlere Transportentfernung von 100 km als konservative Abschätzung in die Bilanz eingestellt.

Für das Szenario des Stadions Hannover wurde aufgrund der Tatsache, dass hier ein Systemanbieter aus Hannover die Becher in Hannover reinigt, die konkrete Situation durch die Transportentfernung von 5 km berücksichtigt.

Diese Entfernung wurde auch für das Szenario Public Viewing (hier am Beispiel von Wien) angesetzt, da dies die Situation bei verschiedenen Großveranstaltungen gut widerspiegelt.

### 6.3.4 Umlaufzyklen

Im Hinblick auf den Mehrwegbecher sind dessen Umlaufzahlen von entscheidender Bedeutung für die Umweltauswirkungen. Um den Einfluss solcher Faktoren auf die Gesamtbilanz abzuschätzen, werden bereits in der Kernbilanz verschiedene Mehrweg-Varianten untersucht. Dabei sind die folgenden Effekte von Bedeutung:

- Umlaufzyklen, die sich aus den Defektquoten ergeben,
- Mitnahmequote,
- verbleibende Becher beim Beenden des Systems.

Neben der Defektquote, welche die Umlaufhäufigkeit bestimmt, die sich in endlosen Systemen einstellen würde (Gebrauchszyklen), werden die in der Praxis erreichbaren Umlaufzahlen im System noch von der Mitnahmequote bestimmt. Zusätzlich wird daraus auch der Verbleib der Becher nach Ablauf des Events bzw. nach einem angenommenen Ende des Systems ermittelt. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um die nach Abschluss des Events bzw. der Nutzungsserie verbleibenden Becher, die dann einer stofflichen Verwertung zugeführt werden, falls keine Weiternutzung in einem neuen System möglich ist. Bei gebrandeten Bechern wie sie bei der EURO eingesetzt werden, ist häufig eine Weiternutzung nicht vorgesehen bzw. nicht zugelassen. Aus den Defektquoten, der Mitnahmequote und den maximalen Einsätzen im System ergeben sich Umläufe im System (Systemzyklen). Dem stehen die zur Heimnutzung bzw. als Souvenir mitgenommenen Becher gegenüber. Der geringe Anteil an defekten, gezielt aus dem System ausgeschleusten Becher wird ebenfalls einem stofflichen Recycling zugeführt. Der bei bepfandeten Bechern sehr geringe Anteil an Verlusten landet im Normalfall mit dem Restmüll in der MVA/KVA.

Die Umlaufzyklen beziehen sich auf einen Erhebungszeitraum von drei bis vier Jahren in deutschen Fußballstadien und beruhen auf Angaben von drei MW-Systembetreibern aus Deutschland und Österreich.

Für die Berechnungen für die EURO wurde vom ungünstigsten Einzelfall (Stuttgart Umlaufhäufigkeit 60) ausgegangen, für die Berechnungen für den Ligabetrieb in Deutschland vom Durchschnitt (107 Umläufe).

**Tabelle 6: Ableitung der Umlaufhäufigkeit aus Praxisdaten deutscher Bundesligastadien**

Stadion	Nutzungen	Defektquote	Umlaufhäufigkeit
SC Freiburg	906'155	0.83%	121
Herta BSC Berlin	1'129'479	0.79%	129
VfB Stuttgart	1'041'494	1.68%	60
Werder Bremen	1'781'314	0.46%	217
Borussia Dortmund	2'914'654	1.05%	95
<b>Total</b>	<b>7'773'096</b>	<b>0.93%</b>	<b>107*</b>
AWD-Arena Hannover		0.85%	118

\* gewichtetes Mittel

Die Angaben zu den Umlaufzyklen und Mitnahmequoten bei der EURO basieren auf der folgenden Basis:

- Erfahrungen und Daten von der FIFA WM 2006™,
- Angebot eines MW-Systembetreibers für die EURO, welches eine Sicherheitsmarge enthält und
- eigene Modellrechnungen.

Die Ergebnisse der drei Grundlagen wurden genutzt, um die Plausibilität zu prüfen. Im Zweifelsfall wurden eher konservative Werte verwendet. So wurde z.B. eine Sicherheitsmarge berücksichtigt, die dazu führt, dass relativ viele Becher einer Verwertung/Entsorgung zugeführt werden müssen, falls die Weiternutzung nicht erlaubt ist. Demgegenüber wurde bei den EW-Bechern keine Sicherheitsmarge berücksichtigt. D.h. es wurde so gerechnet, als ob genau so viele Becher hergestellt, heran transportiert und entsorgt werden, wie auch zum Einsatz kommen. Einen ganz wesentlichen Einfluss auf die realen Umlaufzahlen im System (Systemzyklen) hat die Mitnahmequote, d.h. wie viele Becher, bezogen auf die insgesamt ausgegebenen Getränke, von den Zuschauern mitgenommen bzw. zurückgebracht werden. Im Sinne der Lebenszyklusanalyse, die den gesamten Lebensweg eines Produktes berücksichtigt und nicht nur bestimmte Teile des Lebenszyklus, muss der Heimgebrauch in die Bilanz miteinbezogen werden.

Dafür spricht auch die Tatsache, dass der Kunde bereit ist für den Becher einen Preis zu zahlen, der über dem Einkaufspreis des Bechers liegt. Der Becher stellt somit für den Kunden einen realen Wert dar. Die Erfahrungen von Stadien mit Mehrwegbecher-System zeigen, dass praktisch keine Becher im Stadion liegen gelassen werden, da diese von anderen Personen zurückgebracht werden, die dafür das Depot von 2€ verdienen.

### 6.3.5 Heimnutzung bei Mehrweggetränkebecher

Die Fußball-WM in Deutschland hat gezeigt, dass die Mehrwegbecher mit einem entsprechenden Design ein beliebtes Souvenir waren und vielfach mitgenommen wurden. Die Mitnahme der

Becher als Souvenir und die Nachnutzung zu Hause könnten insbesondere bei Großveranstaltungen und entsprechender Gestaltung der Becher einen wichtigen Einfluss auf die Umweltperformance eines Bechersystems haben und wurden in der vorliegenden Studie entsprechend analysiert. Die Erfahrungen aus einer vorliegenden Befragung und die Einschätzung der Begleitgruppe bilden hier die Grundlage für die Bewertung.

### Studie zur Heimnutzung für den Mehrwegbecher im Basler Zoo

Im Frühjahr 2003 führte der Zoo Basel („Zolli“) in seinen Restaurant-Betrieben ein Mehrwegbechersystem ein. Die Zolli-Mehrwegbecher sind mit zwei Franken bepfandet und können an allen Ausgabestellen sowie an drei Automaten wieder zurückgegeben werden. Die Motive (Tiere) führen dazu, dass die Becher neben einer Werbepattform auch Souvenir sind und daher gerne und oft mit nach Hause genommen werden. Diese Tendenz, Mehrwegbecher mit attraktiven Motiven mit nach Hause zu nehmen, bestätigen auch andere Studien bspw. aus Dänemark (BUSCH, 2001) und die VeranstalterInnen von Großevents wie der Fußballweltmeisterschaft in Deutschland 2006. Für die Heimnutzung der Becher lagen bisher noch keine Gebrauchszyklen bzw. Umlaufquoten vor. Daher wurde vom Amt für Umwelt und



Energie Basel-Stadt eine Umfrage mit dem Ziel beauftragt, die Hypothese „Mehrwegbecher werden auch zu Hause weiterverwendet“ auf ihre Gültigkeit hin zu prüfen. Des Weiteren suchte die Studie Antworten auf die Frage „Welche Umlaufzahlen erreichen die Zolli-Becher zu Hause durchschnittlich?“

Die Hypothesen betreffend der Nachnutzung der Zolli-Becher zu Hause wurden durch die Ergebnisse der Umfrage bestätigt. Mittels eines standardisierten Fragebogens wurden Besucher/innen des Zoo-Selbstbedienungs-Restaurants zum Zolli-Becher befragt.

Befragt wurden nur Besucher/innen, die bereits zu einem früheren Zeitpunkt einen Zolli-Becher erworben respektive nicht an eine der Rückgabestellen zurückgebracht haben.

Alle 175 befragten Besucher/innen gaben an, dass sie die Mehrweg-Becher zu Hause weiterverwenden. Keine einzige Person hat den Becher nach dem Kauf weggeworfen. Von den 175 befragten Besucher/innen nutzen 168 (96%) ihre Zolli-Becher zu Hause. Durchschnittlich nutzten die Besucher/innen zum Zeitpunkt der Umfrage ihre Zolli-Becher seit gut 1½ Jahren und diese werden wohl auch noch längere Zeit weiterverwendet. Rund 13% hatten ihre Mehrweg-Becher noch nicht länger als sechs Monate. Über 60% besitzen den Becher bereits mehr als ein Jahr und 23% sogar schon länger als zwei Jahre. Rund 65% benutzen die Mehrweg-Becher mindestens einmal pro Woche. Die Becher erfuhren bis heute durchschnittlich 224 Umlaufzyklen und sind noch immer in Gebrauch. Dieses Ergebnis spiegelt allerdings nicht die endgültige Umlaufzahl der Becher wieder. Die Umfrage erfolgte zu einem Zeitpunkt, an dem die Mehrweg-

Becher noch immer in Gebrauch waren. Die definitive Umlaufzahl der Becher bis zum Zeitpunkt ihrer Entsorgung dürfte deutlich höher liegen. Mehrere Zoo-Besucher/innen gaben an, die Zolli-Becher täglich zu gebrauchen, seit diese im Zoo angeboten werden, was Umläufe von rund 900 mal Waschen ergibt. Einige der Besucher/innen nutzen ihre Becher im Sommerhalbjahr intensiver, da die Becher im Garten, in der Badeanstalt oder beim Camping benutzt werden. Ein kleiner Teil der Besucher/innen verwenden den Mehrweg-Becher als Zahnputzbecher, als Spielbecher oder zum Haare waschen. 45% der befragten Zoo-Besucher/innen haben drei oder mehr Becher zu Hause. Die Mehrheit besitzt jedoch einen oder zwei Zolli-Becher.

Auch andere Mehrweg-Becher sind in Gebrauch: Auf die Frage, ob sie noch andere Mehrweg-Becher zu Hause in Gebrauch haben, wurden von den befragten Besucher/innen vor allem die IKEA-Becher und FCB-Becher sowie jene von Klosterbergfest und Gurtenfestival genannt.

Nur gerade 16 Personen gaben an, schon mal einen Zolli-Becher gehabt zu haben, der heute nicht mehr in ihrem Besitz ist. Fünf davon (31%) brachten ihre Becher in den Zoo zurück und führten diese somit wieder in den Mehrweg-Kreislauf ein und drei Becher wurden weiterverwendet. Die restlichen nicht mehr benutzten Becher gingen entweder verloren oder kaputt und wurden weggeworfen (BAUER, 2006).

### **Berücksichtigung der Heimnutzung**

Die Erfahrung an der WM zeigt, dass der Kunde bereit ist, ein Mehrfaches der Kosten für einen Becher zu bezahlen. Die Mitnahmequote bei bedruckten Bechern liegt um ein Mehrfaches höher als bei unbedruckten Bechern. Daraus kann geschlossen werden, dass die bedruckten Becher sicher nicht einfach entsorgt werden.

Die Studie zur Heimnutzung zeigt auch, dass die Becher zu Hause weiterverwendet werden. Daher ist es notwendig, für eine Lebenszyklusanalyse die Heimnutzung einzubeziehen. Wie diese der EURO-Becher sein wird, kann natürlich zum heutigen Zeitpunkt nur vermutet und geschätzt werden.

Eine Möglichkeit besteht in der Annahme, dass die Becher zu Hause entsprechend der Defektquote weiterbenutzt werden. Dies führt auf das Szenario „EURO ohne Branding 60 Umläufe“. Wobei die Studie zur Heimnutzung zeigt, dass damit eine zu geringe Umlaufzahl verwendet wird. Eine andere Möglichkeit der Berücksichtigung der Heimnutzung, besteht darin, abzuschätzen, welchen Nutzen die mitgenommenen Becher haben. Dazu wurden durch ein ExpertInnenpanel mögliche Nutzungen abgeschätzt.

### **ExpertInnenpanel für die Berücksichtigung der Heimnutzung**

Wie kann die Art der Heimnutzung bei einer Ökobilanzierung von unterschiedlichen Bechersystemen berücksichtigt werden? Bedruckte Mehrweggetränkebecher mit ansprechendem Design werden von Fußballfans (aber auch von BesucherInnen anderer Veranstaltungen, wie bspw. Rockkonzerten oder Musikfestivals) mit nach Hause genommen und so dem Mehrwegsystem entzogen. Die Mehrwegbecher werden jedoch in unterschiedlicher Form weitergenutzt. Es

kommt somit nicht zu einer "künstlichen" Herabsetzung der Mehrwegquote durch ein spezielles Logo-Branding wie bei der WM 2006, wo eine Nachnutzung untersagt wurde.

Die Frage lautet nun: Wie kann die Rate dieses "Becherschwundes für das Mehrwegsystem" durch „Heimnutzung“ nachvollziehbar abgeschätzt werden und wie wirkt sich diese Heimnutzung auf die Gesamtbilanz aus? Dazu sind folgende Verwendungen denkbar:

#### **a) Fannutzung als Ersatz für Souvenir (Fanartikel)**

Beschreibung: Der Becher wird als Souvenir mitgenommen, dafür werden weniger andere Souvenirs (Fanartikel) gekauft. Der Becher wird jedoch nicht als Getränkebecher weiterverwendet.

Berücksichtigung in der Bilanzierung: Substitution von Souvenirs (Fanartikel). Aus pragmatischen Gründen muss angenommen werden, dass die Herstellung der Souvenirs mit denselben Umweltauswirkungen wie die Herstellung der Becher verbunden ist.

#### **b) Fannutzung zusätzlich zu anderen Souvenir (Fanartikel)**

Beschreibung: Der Becher wird zusammen mit anderen Souvenirs (Fanartikel) mit nach Hause genommen.

Berücksichtigung in der Bilanzierung: keine Substitution.

#### **c) Weiterverwendung als Getränkebecher und Ersatz von Einwegbechern**

Beschreibung: Ein nach Hause mitgenommener Becher wird als Becher für Aktivitäten eingesetzt (z.B. Feste, Grillparty, Picknick, Wanderung) und ersetzt Einwegbecher aus div. Materialien.

Berücksichtigung in der Bilanzierung: Substitution von EW-Bechern, für die Berechnungen wurde ein EW-Becher aus PS verwendet. Die Heimreinigung wird mitbilanziert.

#### **d) Weiterverwendung als Getränkebecher und Ersatz eines anderen Kunststoffmehwegbechers**

Beschreibung: Ein nach Hause mitgenommener Becher ersetzt im Haushalt einen anderen Kunststoffmehwegbecher (Stichwort: IKEA-Becher). Der Ersatz eines Trinkglases wurde nicht durchgeführt, da dieses einen anderen Gebrauchsnutzen hat.

Berücksichtigung in der Bilanzierung: Substitution der Herstellung eines MW-Kunststoffbechers. Die Heimreinigung muss nicht bilanziert werden, da kein Unterschied zu anderen Mehrweggetränkebechern besteht.

Um eine Abschätzung der Becherverluste aufgrund der Heimnutzung durchführen zu können, wurde sowohl innerhalb des Kernteams (Projektteam) als auch der Begleitgruppe (Auftraggeber) eine Diskussion und eine Umfrage zu den angenommenen Verwendungszwecken durchgeführt.

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Befragungen zur Datenerhebung zusammen.

Tabelle 7: Abschätzungen der Begleitgruppe zur Nutzung mitgenommener Mehrwegbecher

EURO 2008 <sup>TM</sup> Heimnutzung der MW-Becher				Rahmenbedingungen MW Becher	
Abschätzung durch die Begleitgruppe (Expertenpanel)	Min	Mittel	Max	verwendet	Art der Berücksichtigung
a) Fannutzung als Ersatz für Souvenir (Fanartikel)	0%	22%	80%	20%	Keine Aufwendungen für Becherherstellung
b) Fannutzung zusätzlich zu anderem Souvenir (Fanartikel)	0%	31%	55%	30%	Keine Gutschrift Entsorgung in KVA
c) Wiederverwendung als Getränkebecher und Ersatz von Wegwerfbeckern	0%	18%	60%	20%	Ersatz von 10 EW Becher Entsorgung in KVA
d) Wiederverwendung als Getränkebecher und Ersatz eines anderen MW Bechers	0%	28%	50%	30%	Keine Aufwendungen für Becherherstellung

## 6.4 Szenarien Einwegbecher

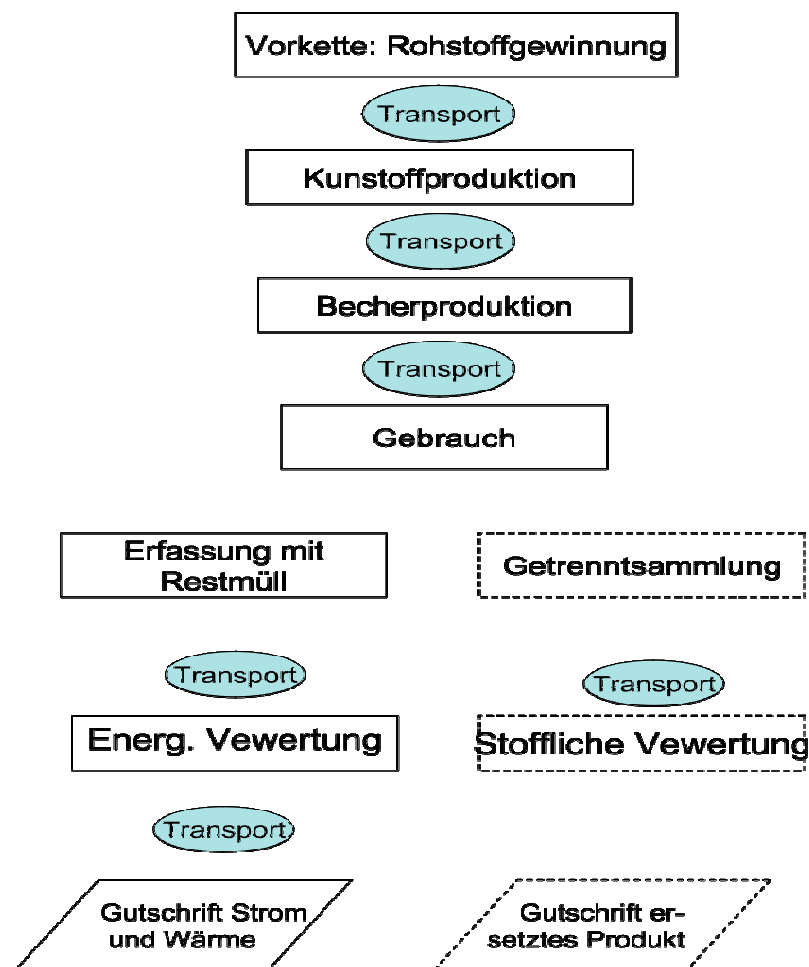


Abbildung 11: Grundschemata für Einwegszenarien, wobei unter energetischer Verwertung eine

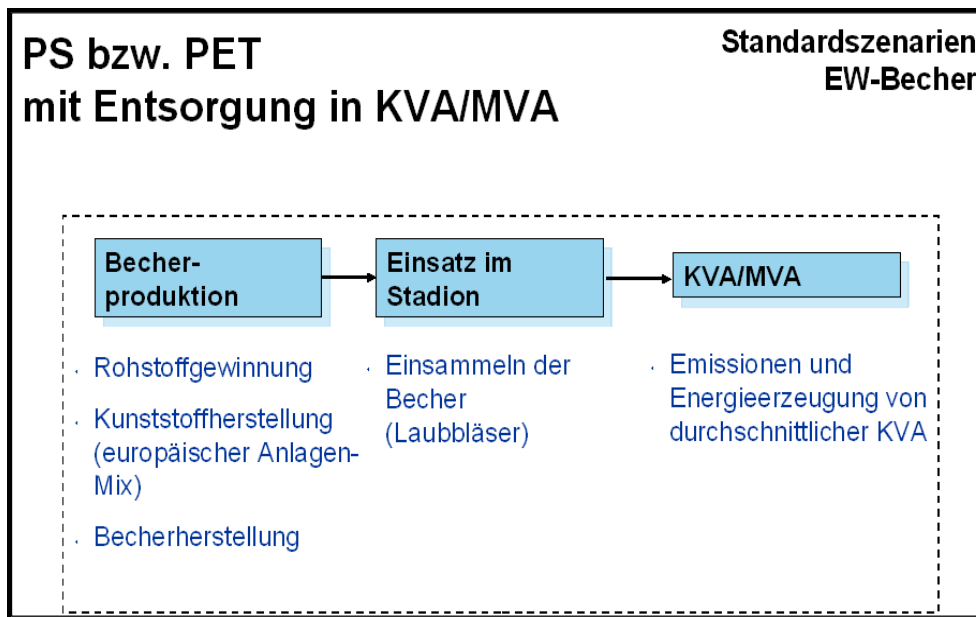


energetische Nutzung bzw. Abwärmenutzung verstanden wird.

Die in den folgenden Unterkapiteln beschriebenen Bechermaterialien bzw. -systeme wurden im Sinne der Fragestellung als relevant erachtet und analysiert.

### 6.4.1 Szenarien Einwegbecher für PS und PET

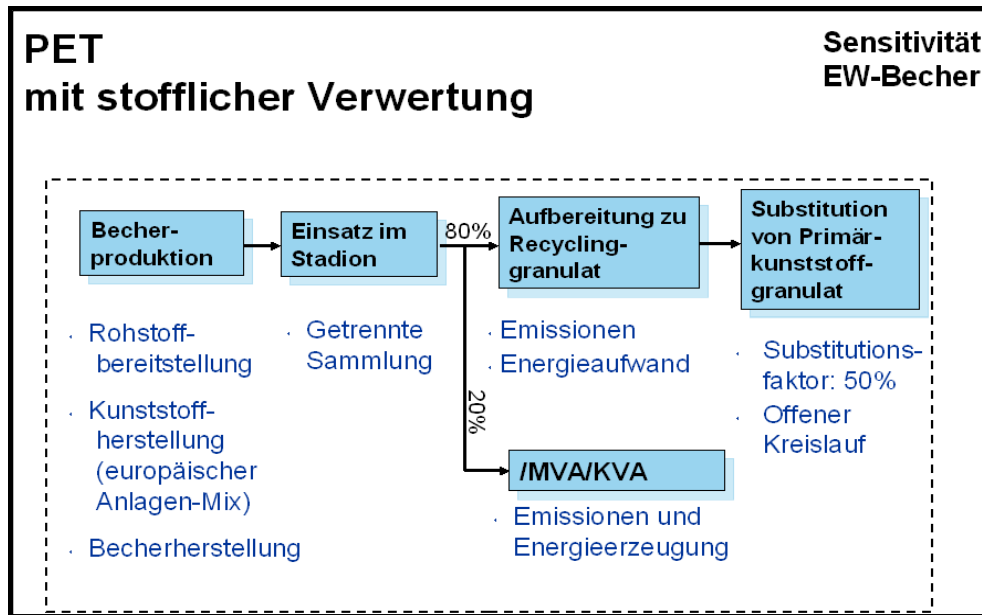
Für Einwegbecher aus PS und PET wird im Standardszenario die Entsorgung der – zusammen mit dem restlichen Abfall gesammelten – Becher in der Müllverbrennung bilanziert. Die aus der Müllverbrennungsanlage bereitgestellte Energie in Form von Strom und Wärme nach dem in der Schweiz und in Österreich durchschnittlichen Niveau wird für die Bilanzen gutgeschrieben.



**Abbildung 12: Standardszenarien: PS bzw. PET in MVA/KVA (Abwärmenutzung in Müll- bzw. Kehrichtverbrennungsanlage)**

Als Sensitivität wurde außerdem bilanziert, dass die Einwegbecher getrennt gesammelt und einem stofflichen Recycling im „open loop“ zugeführt werden. In dieser Sensitivität wird davon ausgegangen, dass durch das Regranulat ein Primärgranulat ersetzt wird, das beispielsweise im Falle von PET zur Herstellung von Kleidung eingesetzt wird.





**Abbildung 13: Sensitivitäten: PS bzw. PET stoffliche Verwertung (Recycling, sofern vorhanden – offener Kreislauf)**

Bei PET-Flaschen sind inzwischen auch geschlossene Recyclingkreisläufe realisiert, d.h. aus eingesammelten Getränkeflaschen werden wieder Getränkeflaschen hergestellt. Recherchen ergaben jedoch, dass entsprechende Systeme für Becher aus PET derzeit nicht angeboten werden. Deshalb wurde auf eine Sensitivitätsberechnung mit einem geschlossenen Recyclingkreislauf mit PET-Bechern verzichtet.

#### 6.4.2 Szenario Einwegbecher Karton beschichtet

Gemäss Aussagen von Catering Unternehmen akzeptieren die Kunden den Ausschank von Bier nur in transparenten Bechern. Bei einer Veranstaltung müssen deshalb entweder ausschließlich transparente Becher oder eine Mischung von durchschnittlich 70% bis 80% transparenten Bechern und 20% bis 30% nicht transparenten Bechern wie Kartonbechern verwendet werden. Da im Rahmen dieser Studie wie oben beschrieben als funktionelle Einheit die Ausgabe eines Getränks in einem 5 dl Becher angesetzt wurde, wird zunächst auch der Kartonbecher unabhängig von der Akzeptanz für einzelne Getränke analysiert. Die Auswirkung der Ergebnisse auf einen Mix (beispielsweise 75:25) lässt sich daraus bei Bedarf leicht ableiten.

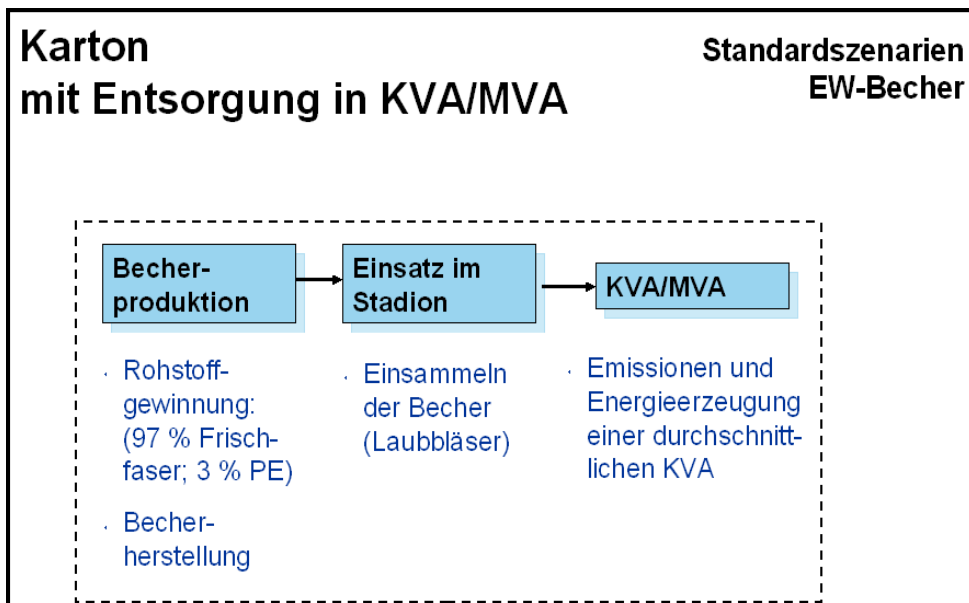


Abbildung 14: Standardszenario: Karton (Entsorgung in Kehrichts- bzw. Müllverbrennungsanlage)

### 6.4.3 Szenarien Einwegbecher PLA

Bei den in Frage kommenden PLA-Bechern handelt es sich um Material aus einem Werk in den USA. Weitere Fragen zu den Besonderheiten von Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, bzw. deren Kompostierbarkeit werden in Kapitel 4.2 eingehend diskutiert.

Da das PLA Material einen regenerativen Rohstoff darstellt, werden die bei der Entsorgung freigesetzten CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht als klimaschädlich eingestuft, denn beim Wachstum der Pflanze wurde das CO<sub>2</sub> aus der Luft aufgenommen. Dies gilt unabhängig davon, ob das Material in der MVA/KVA oder bei der Kompostierung entsorgt wird.

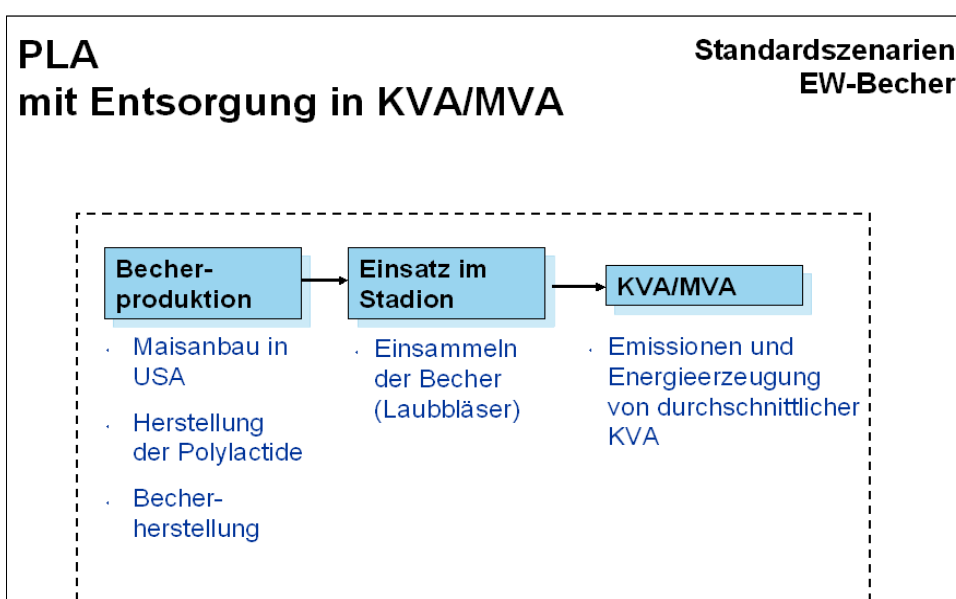


Abbildung 15: Standardszenario: PLA in MVA/KVA (Entsorgung in Kehrichts- bzw. Müllverbrennungsanlage)

Um die Becher einer Kompostierung zuzuführen ist deren getrennte Erfassung erforderlich. Der dafür evtl. notwendige zusätzliche Aufwand bei der Sammlung wurde nicht bilanziert.

Neben der Verbrennung in Müllverbrennungsanlagen oder sonstigen Anlagen zur thermischen Verwertung könnte PLA auch in Biovergärungsanlagen, zusammen mit Bioabfällen entsorgt werden. Diese denkbare Variante wurde aus verschiedenen Gründen nicht bilanziert:

- Die Fragestellung war für die EURO 2008 nicht relevant, da entsprechende Entsorgungsvarianten nicht vorgesehen waren.
- Verschiedene Betreiber von Biovergärungsanlagen lehnen die Behandlung von PLA-Werkstoffen in ihren Anlagen weitgehend ab (Beispiel Wiener Kompostanlage Lobau).
- Die Vergärung von PLA-Materialien wird - im Gegensatz von feuchten Biomassen - gegenüber der Verbrennung voraussichtlich keine günstigeren Ergebnisse in der Ökobilanz erbringen. Sie schneidet aufgrund des hohen Heizwertes und der geringen Feuchte in der Verbrennung deutlich besser ab als gewöhnlicher Bioabfall. In der Vergärung dagegen fehlt der Düngewert und der positive Einfluss auf die Humusbildung, um weitere Gutschriften aus Kompostnutzung zu erlangen (vgl. Kapitel 4.2). Bisherige Ökobilanzen zeigen, dass selbst Bioabfall mit seinen ungünstigen Verbrennungsbedingungen, nur dann in der Vergärung besser aufgehoben ist als in der Verbrennung, wenn neben der Nutzung des Biogases auch eine hochwertige Nutzung des Kompostes erfolgt (ERZ, 2006).
- Demzufolge stellt die energetische Nutzung des PLA Materials nicht nur die wahrscheinlichste sondern auch die ökologisch günstigste Variante dar!

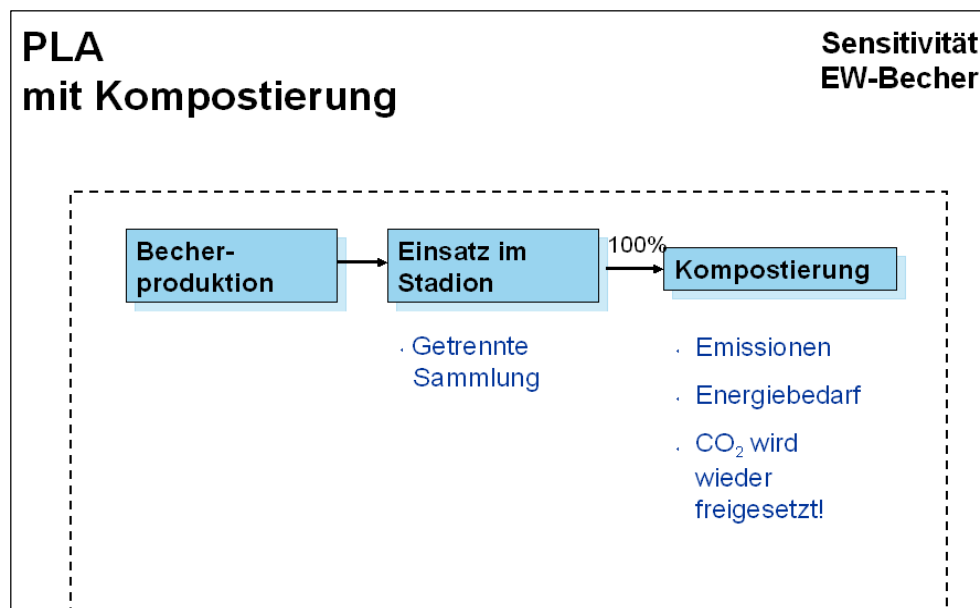
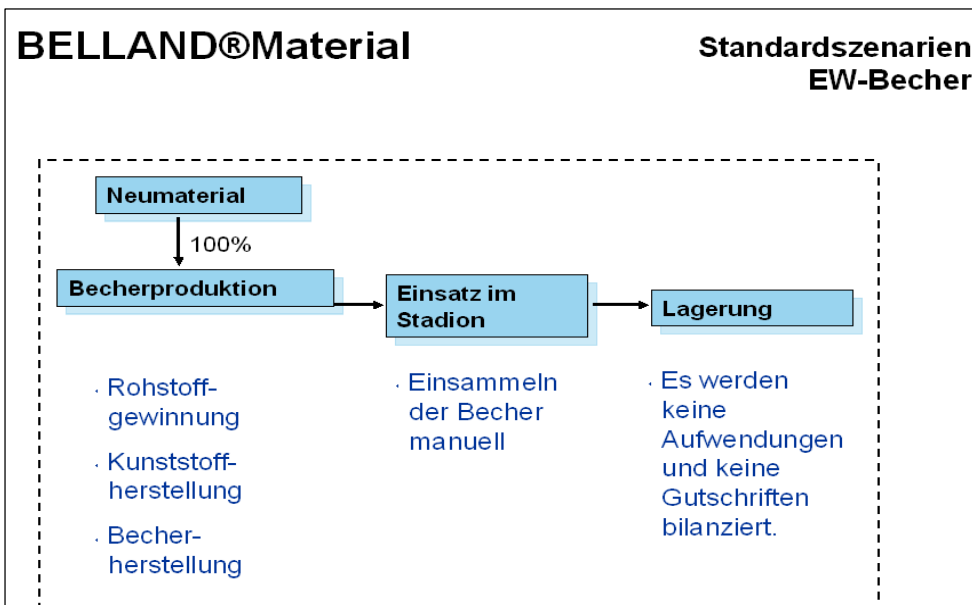


Abbildung 16: Sensitivität: PLA mit Kompostierung

#### 6.4.4 Szenarien Einwegbecher BELLAND®Material

Das BELLAND®Material ist ein spezieller Kunststoff, bei dessen Entwicklung das Papier-Recycling als Vorbild diente. Wie Papier soll es mit wenig Aufwand aufgelöst und als Ausgangsstoff für die Herstellung „Neuware“ mit hohem Rezyklat-Anteil dienen ([www.belland.de](http://www.belland.de)). Das System befindet sich derzeit im Aufbau und hat den Einsatz von Recyclingmaterial bei der Herstellung von Neuware in Praxisversuchen realisiert, nicht aber in der momentanen Praxis. Deshalb wurde das Standardszenario so gewählt, dass es den derzeitigen Entwicklungsstand des Systems widerspiegelt. Das zurückgenommene Material wird zwischengelagert. Aufwendungen für die Lagerung selbst werden nicht in die Bilanz aufgenommen, Gutschriften können hierfür selbstverständlich ebenfalls nicht erteilt werden.



**Abbildung 17: Standardszenario: BELLAND®Material (Herstellung aus Neumaterial, Zwischenlagerung der gesammelten Becher)**

Unter der theoretischen Annahme, dass BELLAND®Material ein „Closed loop“-Recycling von 50 Prozent Rezyklat umsetzen könnte, wird die Sensitivität BELLAND®Material 50 bilanziert.

## Belland 50

## Standardszenarien EW-Becher

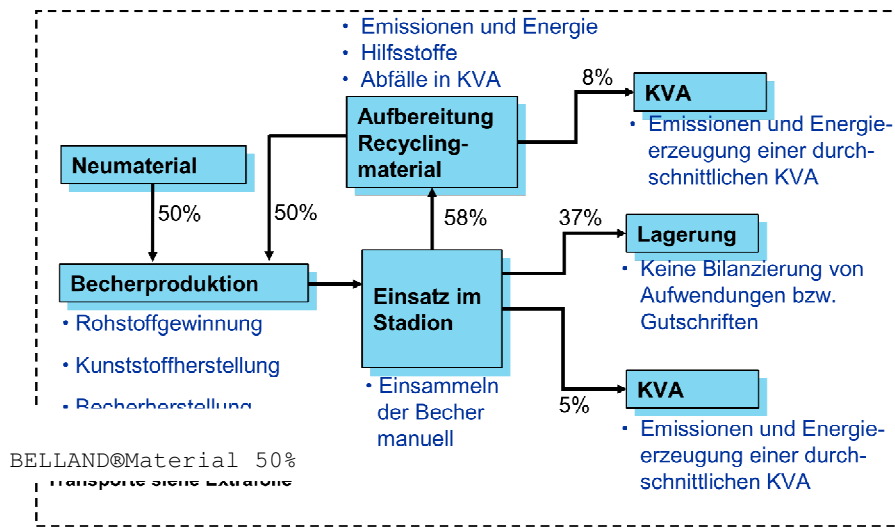


Abbildung 18: Sensitivität: BELLAND@Material 50% (Herstellung mit 50% Neumaterial und 50% Rezyklat)

## 6.5 EURO Szenarien Mehrwegbecher PP

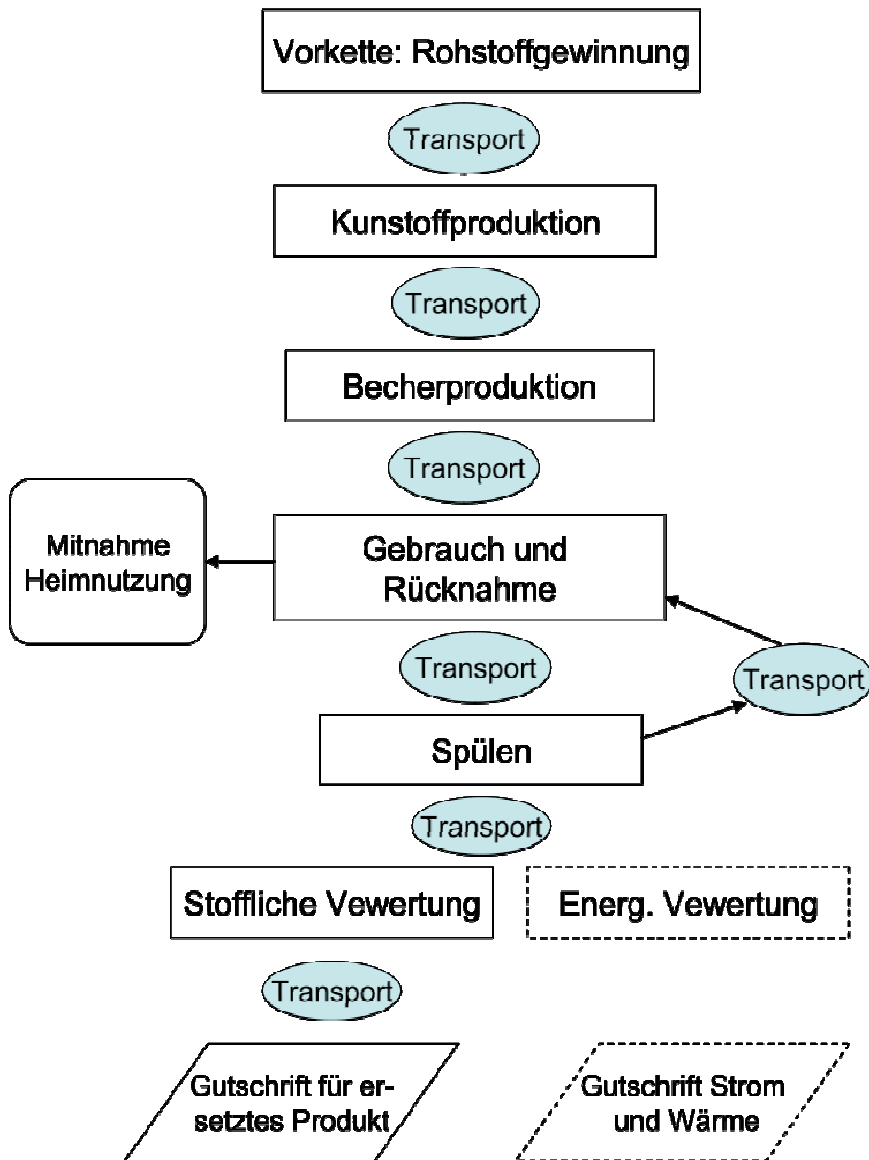


Abbildung 19: Grundschemata der Mehrwegszenarien, wobei unter energetischer Verwertung eine energetische Nutzung bzw. Abwärmenutzung verstanden wird.

Die einzelnen untersuchten Mehrwegszenarien sind in den folgenden Unterkapiteln beschrieben.

### 6.5.1 Szenario Mehrwegbecher PP EURO mit Branding „Souvenir“

Bei diesem Szenario wurde wie bei allen Mehrwegszenarien zur EURO 2008 von 60 möglichen Gebrauchszyklen ausgegangen. Aufgrund der Gesamtanzahl von 31 Spielen und der aufgrund des Spielplans begrenzten Möglichkeit einzelne Becher mehrfach zu nutzen ergeben sich acht Systemzyklen. Berücksichtigt man die Mitnahmequote von 25% ergeben sich rechnerisch 2,9 Umläufe für dieses Szenario. Von der Gesamtzahl der Becher werden somit 73% als Souvenir mitgenommen und ersetzen in der Gesamtbilanz ein anderes Souvenir mit dem gleichen Herstellungsaufwand, das irgendwann mit dem Hausmüll in eine MVA/KVA (Müll- bzw. Kehrichtverbrennungsanlage) verbracht wird. Für die Bilanz spielt keine Rolle wann das geschieht.

27% der Becher verbleiben nach der EURO und werden einem stofflichen Recycling zugeführt. In diesem Anteil sind auch die Becher enthalten, die als Sicherheitsmarge zusätzlich produziert wurden. Wie in Kapitel 6.3.2 beschrieben, handelt es sich bei der stofflichen Verwertung um ein „open loop“ Recycling, dem nur 50% der Aufwendungen (Aufbereitung: Energie, Emissionen, Abfälle) und Gutschriften (Substitution von 50% Neumaterial) zugeordnet werden.

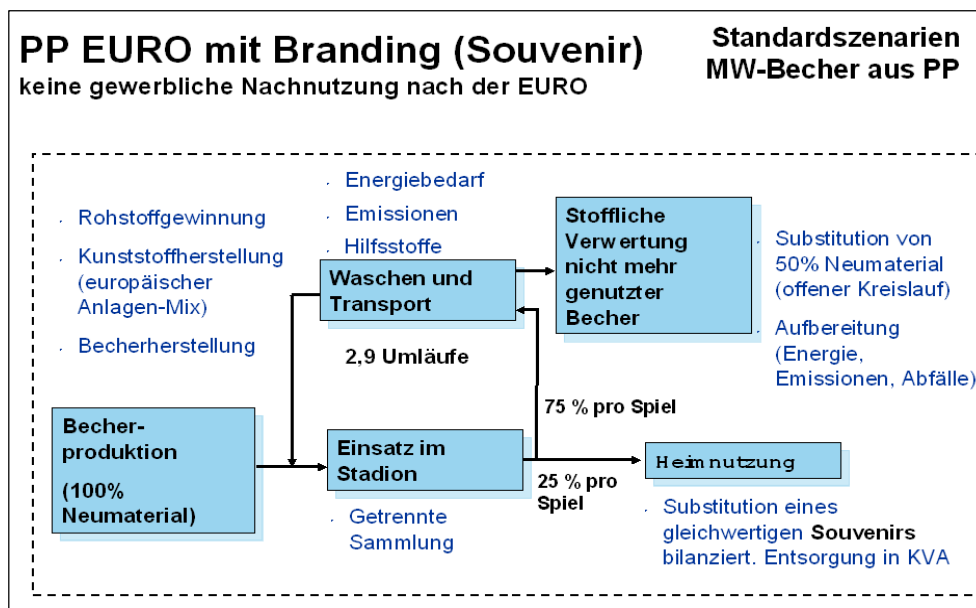


Abbildung 20: Mehrwegszenario PP EURO mit Branding (Souvenir)

## 6.5.2 Szenario Mehrwegbecher PP EURO mit Branding „Experten“

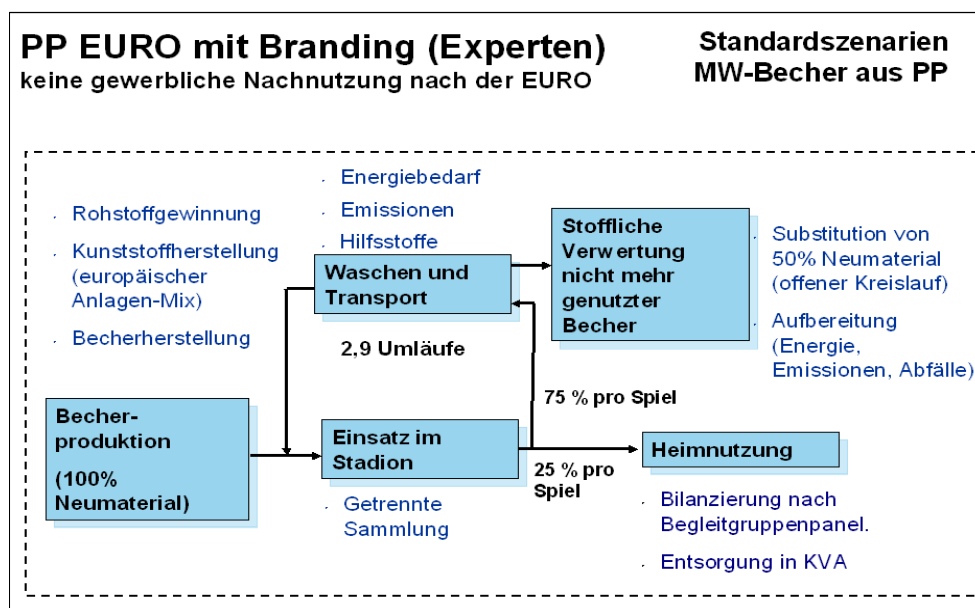


Abbildung 21: MehrwegszENARIO PP EURO mit Branding (Experten)

Bezüglich der Umlaufzahlen entspricht dieses Szenario exakt dem oben beschriebenen Szenario „PP EURO mit Branding (Souvenir)“. Bei diesem Szenario wird allerdings die Heimnutzung entsprechend den Vorgaben der Experten aus dem Begleitkreis (internationale Auftraggeber und Experten im Rahmen der vorliegenden Ökobilanz) bilanziert (vgl. Kapitel 6.3.5).

### 6.5.3 Szenarien Mehrwegbecher PP EURO ohne Branding

Im Standardszenario „PP EURO ohne Branding“ wird ein attraktiver Mehrwegbecher bilanziert, der genauso häufig zur Heimnutzung mitgenommen wird wie in den vorausgegangenen Mehrwegszenarioszenarien. Lediglich wird unterstellt, dass die nach der EURO verbliebenen Becher z.B. im Ligabetrieb weitergenutzt werden können. Aufgrund der hohen Mitnahmequote ergeben sich in der Summe dennoch nur knapp vier Umläufe. Es gelangen allerdings insgesamt 98% der Becher in die Heimnutzung, bei der im Detail die Nutzung entsprechend des ExpertInnenpanels angesetzt wurde. In die Entsorgung in Form von stofflichem Recycling gelangen nur 2% der Becher.



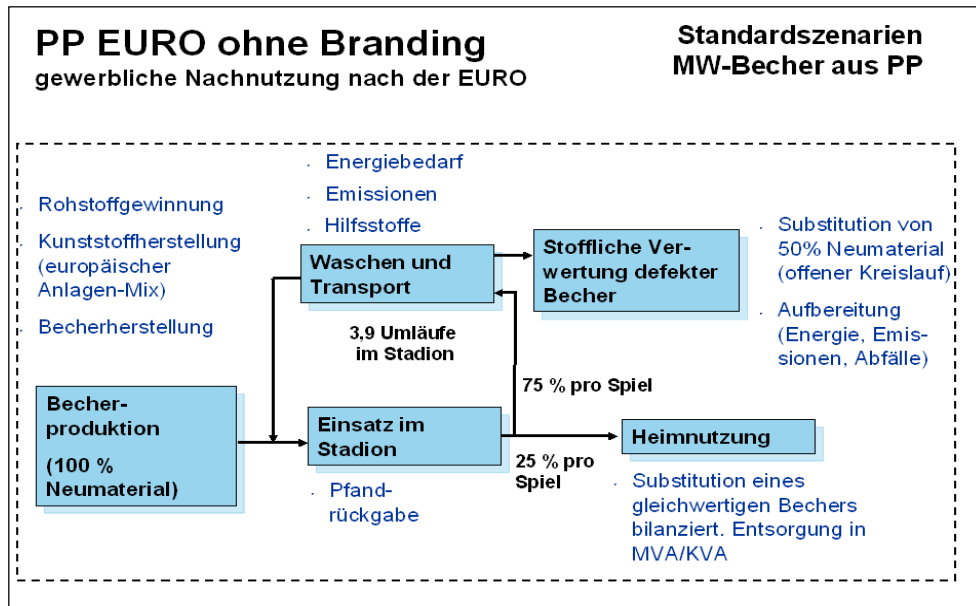


Abbildung 22: Mehrwegszenario PP EURO ohne Branding gewerbliche Nachnutzung nach der EURO

Für die Sensitivität PP Ligabetrieb unbedruckt wird ein nicht bedruckter Becher bilanziert, der so entweder bei der EURO und anschließend im Ligabetrieb aber genauso gut ausschließlich im Ligabetrieb in Österreich und der Schweiz zum Einsatz kommen könnte. Bei maximalen Umlaufzahlen von 60 ergeben sich bei einer zusätzlichen Verlustrate von 1% hier real 41 Umläufe (Systemzyklen). Für diese Bilanz wird davon ausgegangen, dass am Ende des Lebenszyklus insgesamt 98% aller Becher mit dem Restmüll in die MVA/KVA gelangen, 2% werden einer stofflichen Verwertung zugeführt.

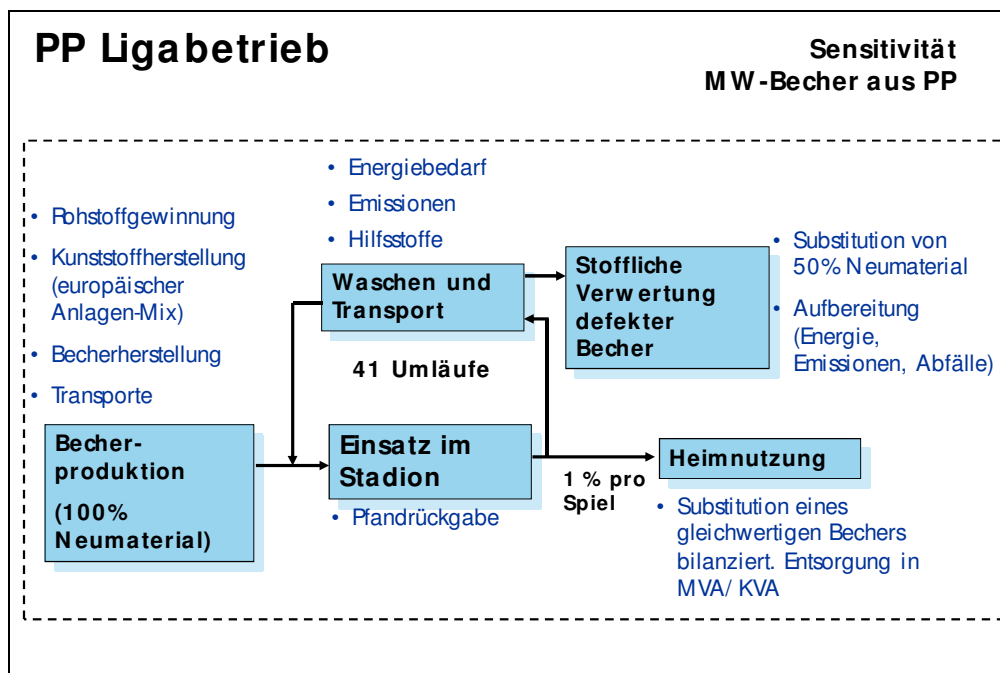


Abbildung 23: Sensitivität Mehrwegszenario PP Ligabetrieb

## 6.6 Ligabetrieb Szenarien Mehrwegbecher PP

Bei dem Einsatz der Mehrwegbecher wurde auch aus Erfahrungen der WM 2006 und Befragungen in Bundesligastadien jeweils ein Mix aus bedruckten und unbedruckten Bechern angesetzt. Bei unbedruckten Bechern wird von einer kombinierten Mitnahme-/Defektquote von 2% ausgegangen. Als Heimnutzungsmix wird das Expertenpanel bilanziert.

Bei den bedruckten Bechern handelt es sich um Sammlerbecher (Mitnahmequote 25%), die beispielsweise mit Spielerporträts bedruckt werden. Für die mitgenommenen Becher wird von einer Heimnutzung gemäß dem Expertenpanel ausgegangen. Als Variation davon wird nicht vom Ersatz von Einwegbechern ausgegangen, da es sich nicht um einzelne Eventbecher sondern um Serien von Sammlerbechern handelt, bei denen der Aspekt des zusätzlichen Souvenirs gegenüber der Nutzung im Hausgebrauch in den Vordergrund rückt. Demzufolge wird bilanziert, dass die Hälfte der Becher keinen zusätzlichen Nutzen gutgeschrieben bekommen und die Hälfte einen Mehrwegbecher oder ein Souvenir mit gleichem Herstellungsaufwand ersetzt.

Es werden 107 Gebrauchszyklen zugrunde gelegt (vgl. Kapitel 6.3.4). Die Gebrauchszyklen ergeben sich aus der Defektrate und entsprechen einer theoretischen Zahl, falls keine Becher verloren gehen oder mitgenommen werden. Die Gebrauchszyklen sowie die Mitnahmequote wurden in die Modellierung einbezogen. Daraus ergeben sich die Umlauf- oder Systemzyklen, welche entsprechend der Mitnahme- bzw. Verlustquote geringer sind. Letztere wurde für die Berechnungen verwendet. Zudem wurde berücksichtigt, dass das System nicht unendlich lange funktionieren wird, sondern möglicherweise nach einigen Jahren durch ein anderes System ersetzt wird. Bei einem allfälligen Systemwechsel müssen die verbleibenden Becher einer Entsorgung in Form einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Als Begrenzung des Systems werden für nicht bedruckte Becher maximal 500 angenommen. Dies bedeutet, dass das System maximal an 500 Veranstaltungen eingesetzt wird. Für bedruckte Werbebecher wurde ein Ende des Systems nach 250 Einsätzen angesetzt.

Für die Ligaszenarien wurden die Rahmendaten für den Bundesligabetrieb in Deutschland angesetzt. Dazu gehört, dass sowohl für den Energiebedarf, als auch für die Abgabe von Energie deutsche Energiemixe nach GEMIS angesetzt wurden (FRITSCHKE et al. 2000 und [www.gemis.de](http://www.gemis.de)). Die Kennwerte der MVA/KVA wurden nach der durchschnittlichen MVA/KVA in Deutschland angesetzt (vgl. Kapitel 6.3.2).

### 6.6.1 Szenarien Mehrwegbecher PP „Ligabetrieb“ (Bundesliga)

Für den normalen Ligabetrieb in der Bundesliga wird von 25% Sammlerbechern und 75% unbedruckten Bechern ausgegangen. Daraus ergeben sich reale Umlaufzyklen im System von 12. Von der Summe aller insgesamt eingesetzten Becher verbleiben 86% in der Heimnutzung und 14% müssen einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Es wurde angenommen, dass die Becher der Heimnutzung über den Restmüll entsorgt werden.

### 6.6.2 Szenarien Mehrwegbecher PP „Hannover-Ligabetrieb“

Für dieses Szenario, das den Ligabetrieb im Bundesligastadion in Hannover widerspiegelt, wurde nach konkreten Angaben der Stadionbetreiber folgende Bilanz aufgestellt. Es werden 87% Sammler- und 13% unbedruckte Becher verwendet. Daraus ergeben sich 8 reale Systemumläufe, 92% aller Becher gelangen in die Heimnutzung oder über den Verlust im Restmüll, 8% verbleiben für die stoffliche Verwertung.

Die Waschstation des heimischen Systemanbieters befindet sich in Hannover.

### 6.6.3 Szenarien Mehrwegbecher PP „Ligabetrieb, unbedruckt“ (Bundesliga)

Beim Einsatz von ausschließlich unbedruckten Bechern resultieren aus den oben aufgeführten Rahmendaten 41 reale Umläufe. Dieser Wert liegt tiefer als der in

Tabelle 6 angegebene Wert von 60. Die geringere Umlaufzahl von 41 ergibt sich aus der Annahme, dass auch bei unbedruckten Bechern eine Mitnahmequote von 2% vorliegt. In dem Sinne ist die verwendete Zahl tendenziell zu schlecht für die MW-Becher. 82% der insgesamt eingesetzten Becher gelangen in die Heimmutzung oder gehen verloren. Für Verluste und Heimmutzung wird eine Entsorgung als Restmüll angenommen, 18% werden stofflich verwertet.

#### 6.6.4 Szenarien Mehrwegbecher PP „Public Viewing“ (Wien)

Beim Szenario „Public Viewing“ wurde die Situation wie sie während der EURO 2008 in Wien erwartet wird zugrunde gelegt. Zum Einsatz kommen 300.000 Eventbecher. Zu Spitzenzeiten werden bei Bedarf zusätzlich unbedruckte Becher eingesetzt. Die Becher können an 23 Tagen während der EURO eingesetzt werden. Es werden täglich 100.000 bis 150.000 Getränke verkauft und entsprechend viele Becher gespült. In der Summe werden während dem Event 2,3 Mio. bis 3,5 Mio. Getränke verkauft.

Mit der Annahme, dass die Stadt Wien die Becher nach der EURO weiter benutzen kann und dass 13% Sammlerbecher eingesetzt werden mit einer Mitnahmequote von 25%, ergeben sich daraus 27 reale Umläufe. Insgesamt gelangen 80 % der Becher in die Heimmutzung und 20 % verbleiben für die stoffliche Verwertung. Für die Bewertung der Heimmutzung wurde der Mix des ExpertInnenpanels herangezogen.

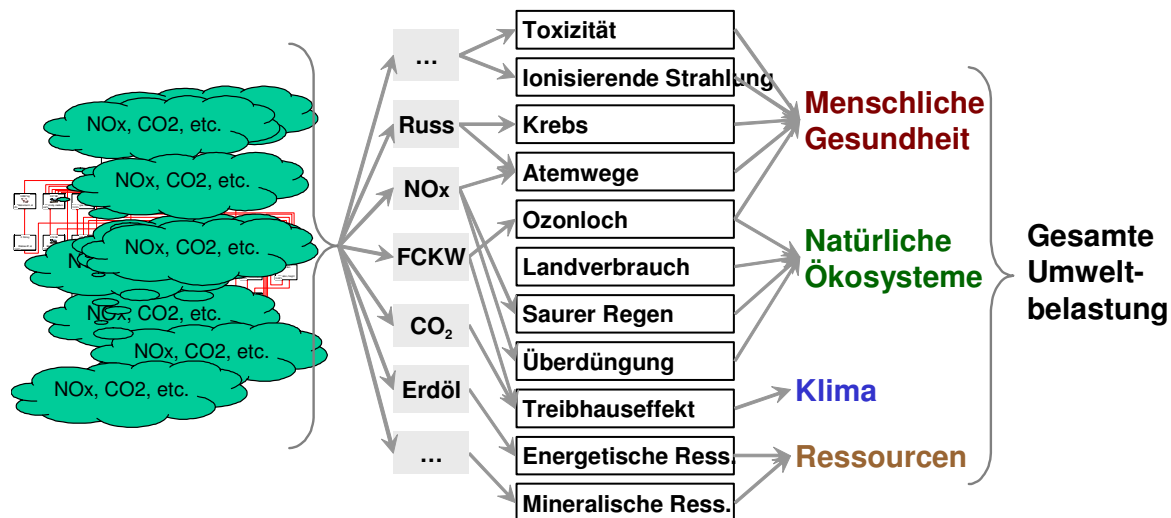
## 7 Wirkbilanz

Um die Auswirkungen auf die Umwelt zu bestimmen, wurde folgendermaßen vorgegangen:

**Klassifizierung:** Einteilung der Einflüsse bezüglich ihrer Auswirkung. Die Stoffe werden nach ihren unterschiedlichen Wirkungen auf die Umwelt gruppiert.

**Charakterisierung:** Berechnung der Auswirkungen auf die Umwelt

Dabei werden die einzelnen Einflüsse wie Emissionen oder Ressourcenbedarf entsprechend ihres Schädigungspotentials bezüglich einer Umweltauswirkung gegeneinander gewichtet. Daraus ergeben sich die Schädigungspotentiale bezüglich einer bestimmten Umweltauswirkung.



**Abbildung 24: Kriterien zur Beschreibung der Auswirkungen von Emissionen, Energie- und Betriebsmittelverbrauch**

In der Wirkbilanz werden die Umweltauswirkungen der verschiedenen Stoffflüsse ausgewiesen. Schwerpunkt stellt die Bilanz der verschiedenen Bechersysteme zur Getränkeausgabe bei Fußballspielen, sowohl im Ligabetrieb wie auch bei der EURO 2008 dar.

Basierend auf einer umfassenden Recherche der bisher vorliegenden ökologischen Bewertungen werden dabei die relevanten Bechersysteme für die Ausgabe von Wasser, Bier und Süßgetränke beschrieben sowie ihre Betriebsdaten und Umweltauswirkungen betreffend Herstellung, Transport, Nutzung und Entsorgung der Becher erhoben und in der Wirkungsabschätzung für alle im Zusammenhang mit der vorliegenden Fragestellung wichtigen Umweltkriterien gegenübergestellt.

Um eine Aussage über die Signifikanz der Ergebnisse zu erhalten, werden auch die Datenunsicherheiten erfasst und ausgewertet.

Im Rahmen dieser Studie werden die folgenden Auswirkungen berechnet:

- Treibhauspotential (GWP): Einfluss auf das Klima und Beitrag zur Erwärmung des Klimas auf Grund von Gasen wie z.B. CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas gemäß IPCC 2001.
- Kumulierter Energieaufwand (KEA oder KME): Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen wie z.B. Erdöl oder Erdgas (vgl. FRITSCHKE et RAUSCH, 2003).
- Ozonbildungspotential: Beitrag zur Bildung von Ozon (Sommersmog) infolge der Emission von Stoffen wie z.B. organische Lösungsmittel und Stickoxiden (NO<sub>x</sub>). Methode: CML, 2001.
- Säurebildungspotential: Beitrag zur Versauerung von Böden und Gewässern zum Beispiel durch Stickoxide und Schwefeldioxid. Methode: CML, 2001.
- Toxizität für den Menschen (Humantoxizität): Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Methode: Impact 2002+.
- Ökotoxizität: Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen durch die Emission von Stoffen. Methode: Impact 2002+.
- Eutrophierung oder Überdüngung: Veränderung des Nährstoffgleichgewichtes in Boden und Wasser. Methode: CML, 2001.
- Flächennutzung: Einfluss auf die Biodiversität durch die Flächennutzung und deren Veränderung. Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode Eco-indicator 99 (GOEDKOOOP, 2000).

## 8 Bewertung

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

### **a) Methode der ökologischen Knappheit (Umweltbelastungspunkte, UBP 2006)**

Bei den UBP handelt es sich um eine in der Schweiz entwickelte Methode, welche sich auf die schweizerische Umweltpolitik abstützt. Bei dieser Methode werden neben den bereits bestehenden Belastungen die umweltpolitischen Ziele der Schweiz für die Bewertung berücksichtigt. In diesem Projekt wurde die überarbeitete Version des BAFU aus dem Jahre 2006 verwendet. Die schadstoffbedingten Kriterien sind hier stärker gewichtet als beim Eco-indicator.

### **b) Methode Eco-indicator 99 (EI 99) mit der Gewichtung HA (hierarchist average)**

Beim Eco-indicator 99 werden zuerst die Schäden, welche an den drei Schutzziele Menschliche Gesundheit, Ökosystemqualität und Ressourcen entstehen, berechnet. Anschliessend werden diese Schäden auf der Basis von gesellschaftlichen Wertmassstäben relativ zueinander gewichtet. Diese wurden von einem wissenschaftlichen ExpertInnenpanel erarbeitet und eingeschätzt. Das Kriterium „nicht erneuerbare energetische Ressourcen“ wird bei dieser Methode wesentlich stärker gewichtet als bei den UBP.

Diese beiden Methoden unterscheiden sich im grundsätzlichen Vorgehen der Bewertung nicht voneinander, sondern gewichten lediglich die Bewertungskriterien aus unterschiedlicher Präferenz. Deshalb werden sie zusammen in einem Unterkapitel aufgeführt. Die dritte Bewertungsmethode unterscheidet sich in der Vorgehensweise grundlegend von den beiden erstgenannten und wird deshalb in einem eigenen Unterkapitel dargestellt.

### **c) UBA- Verfahren „Bewertung in Ökobilanzen“ (Umweltbundesamt, Dessau)**

Die Auswertung wurde auch gemäß der UBA-Methode „Bewertung in Ökobilanzen“ vorgenommen, wobei der spezifische Beitrag in Beziehung zur ökologischen Gefährdung und dem Abstand zum Umweltziel gesetzt wird. Die Ergebnisse werden verbal argumentativ bewertet.

Es gibt keine allgemein gültige Methode, welche als die 'Richtige' betrachtet werden kann. Der Begriff Bewertung drückt schon aus, dass es dabei um Werte geht. Solche „Werte“ sind immer subjektiv und bringen das Wertesystem der bewertenden Subjekts zum Ausdruck. Daher werden im Folgenden die wesentlichen Ergebnisse mit allen drei Methoden dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Methode Eco-indicator zum heutigen Zeitpunkt die Gewässerbelastung durch eutrophierende Stoffe nicht explizit berücksichtigt, sondern nur pauschal über die landwirtschaftliche Flächennutzung. Diese Umweltauswirkung ist vor allem bei landwirtschaftlichen Produkten relevant. Aus diesem Grunde werden die Ergebnisse für die Becher aus nachwachsenden Rohstoffen, die aus intensivem landwirtschaftlichem Anbau stammen, tendenziell zu gering bewertet.



In der vorliegenden Studie wurden alle drei Methoden verwendet, um die Ergebnisse der Bewertung abzustützen. Zudem erlaubt dies eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Studien. Die Bewertungsmethoden bilden die gesamten Umweltauswirkungen ab. Die Bewertungen beruhen auf gesellschaftlichen Relevanzen und Erkenntnissen. Für die Darstellung wird die Methode der ökologischen Knappheit als Standardmethode herangezogen. Die Aussagekraft wird durch die Anwendung weiterer Methoden (Eco-indicator 99, UBA Verfahren) verstärkt (Sensitivität) und die Plausibilität auf Grund der Resultate der detaillierten Wirkbilanz überprüft. Die Ergebnisse wurden durch Sensitivitätsanalysen umfassend auf ihre Robustheit untersucht. Hierdurch wird der Einfluss durch Änderung der Bilanzfestlegungen bzw. durch eine unsichere Datenlage in einzelnen Modulen erkannt und konnte in die abschließende Bewertung einfließen. Zudem wurden die Unsicherheiten berechnet und in denjenigen Graphiken ausgewiesen, welche die Summe der Umweltauswirkungen ausweisen. Bei den Detailgraphiken, welche eine Aufschlüsselung nach verschiedenen Prozessschritten darstellen, wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit die Unsicherheiten nicht dargestellt. Diese lassen sich jedoch aus den Summengraphiken ableiten.

Das Treibhauspotential (Global Warming Potential - GWP) wird gesondert ausgewiesen, da die Auswirkungen auf das Klima von hoher Aktualität sind. Zusätzlich werden die Ergebnisse zum KEA aufgeführt, der zum Einen eine Rechengröße zur Energiebilanz darstellt, darüber hinaus aber auch stellvertretend für den Verbrauch bzw. die Schonung fossiler Ressourcen steht.

## 9 Ergebnisse

Mit der Ökobilanz wird aufgezeigt, welches Bechersystem,

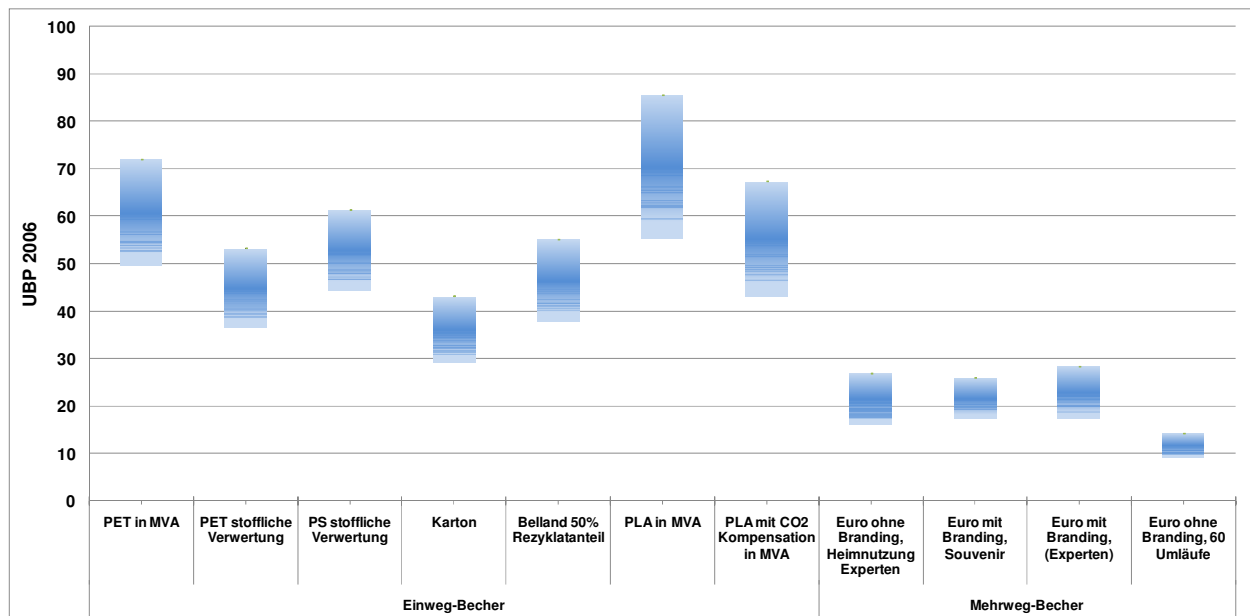
1. im normalen Bundesligabetrieb (trifft auch für andere Sportarten mit vergleichbaren Rahmenbedingungen zu),
2. für ein zeitlich eingeschränktes Fußballturnier wie die EURO 2008 und
3. für Public Viewing und Fanzonen

das ökologisch vorteilhafteste ist. Die Ergebnisse gelten ebenso für Sportgroßveranstaltungen und vergleichbare Veranstaltungen.

### 9.1 UEFA EURO 2008™

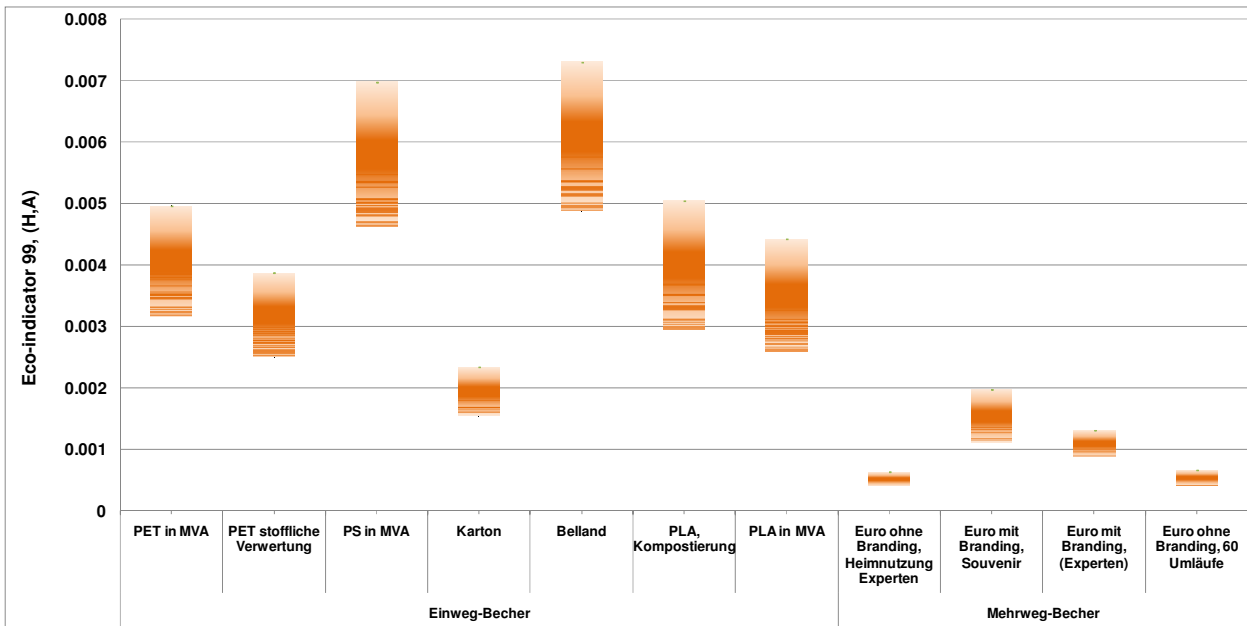
#### 9.1.1 Bewertungen nach UBP 2006 und Eco-indicator 99

In den folgenden Abbildungen sind die Umweltauswirkungen gemessen in UBP und Eco-indicator Punkten der verschiedenen Bechervarianten dargestellt.



**Abbildung 25: Gegenüberstellung der Endergebnisse nach der Bewertungsmethode UBP 2006 mit Angabe der Fehlerbandbreiten**

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden zunächst nur die Summen für die verschiedenen Varianten ausgewiesen, eine detaillierte Darstellung der unterschiedlichen Ursachen der Umweltauswirkungen erfolgt später. Bei der Darstellung der Resultate werden deren Unsicherheiten aufgezeigt.



**Abbildung 26: Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode Eco-indicator99 HA mit Angabe der Fehlerbandbreiten**

Einerseits ergibt sich eine große Spannbreite zwischen den verschiedenen Bechertypen und andererseits ergeben sich teilweise hohe Unsicherheiten der Resultate.

Die Spannbreiten ergeben sich unter anderem aus den folgenden Gründen:

- Zur Herstellung der Becher werden verschiedene Grundstoffe (PS, PET, PLA und PP) verwendet.
- Die Gewichte der Becher können bei gleichem Volumen relativ stark variieren.
- Die Rohstoffe können sehr unterschiedlich sein (Erdöl, Holz oder Mais).

Die Unsicherheiten der Resultate ergeben sich unter anderem aus den folgenden Gründen:

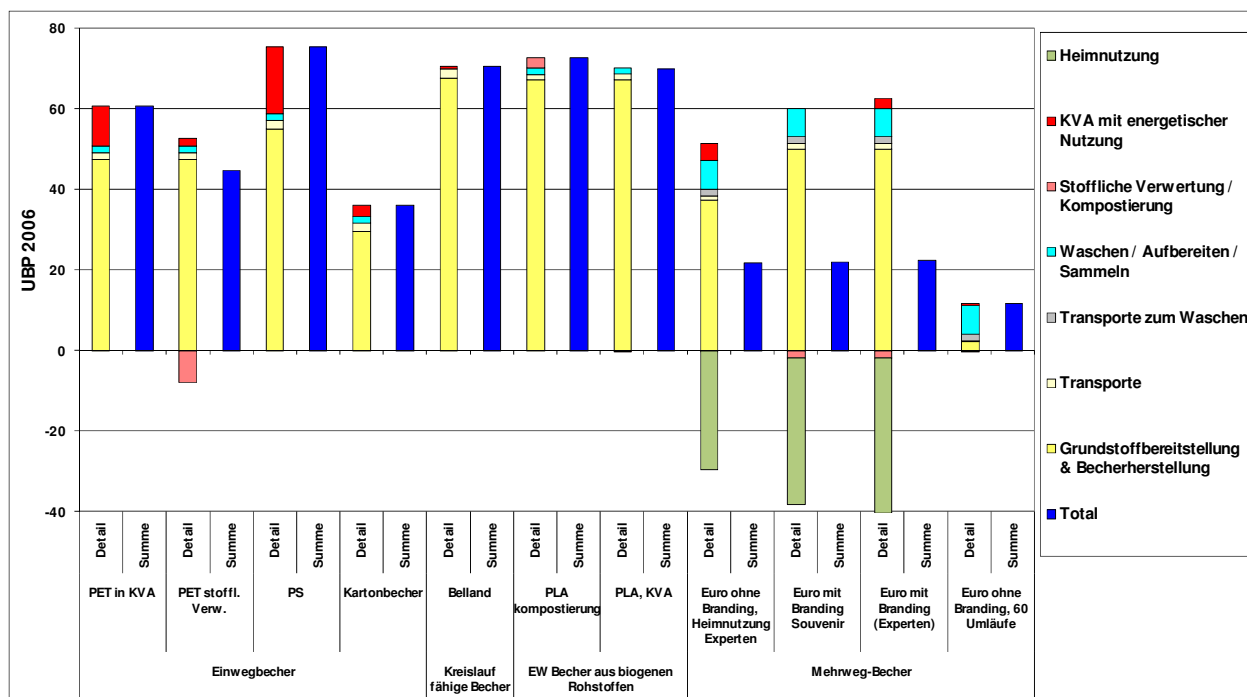
- Für die Berechnungen wurden teilweise Mittelwerte verwendet, wie z.B. bei den Gewichten der Getränkebecher.
- Bei der Erhebung der Daten mussten teilweise Annahmen getroffen werden, wie z.B. bei den Transportdistanzen.

Die Grundlagedaten sind mit Unsicherheiten behaftet.

Durch die Verwendung der drei Methoden ergibt sich eine Sensitivitätsanalyse bezüglich der Bewertung.

Obwohl die Methoden UBP, Eco-indicator und UBA die einzelnen Umweltauswirkungen unterschiedlich bewerten, ergeben sich bei der gesamthaften Beurteilung der verschiedenen Bechersysteme relativ geringe Unterschiede.

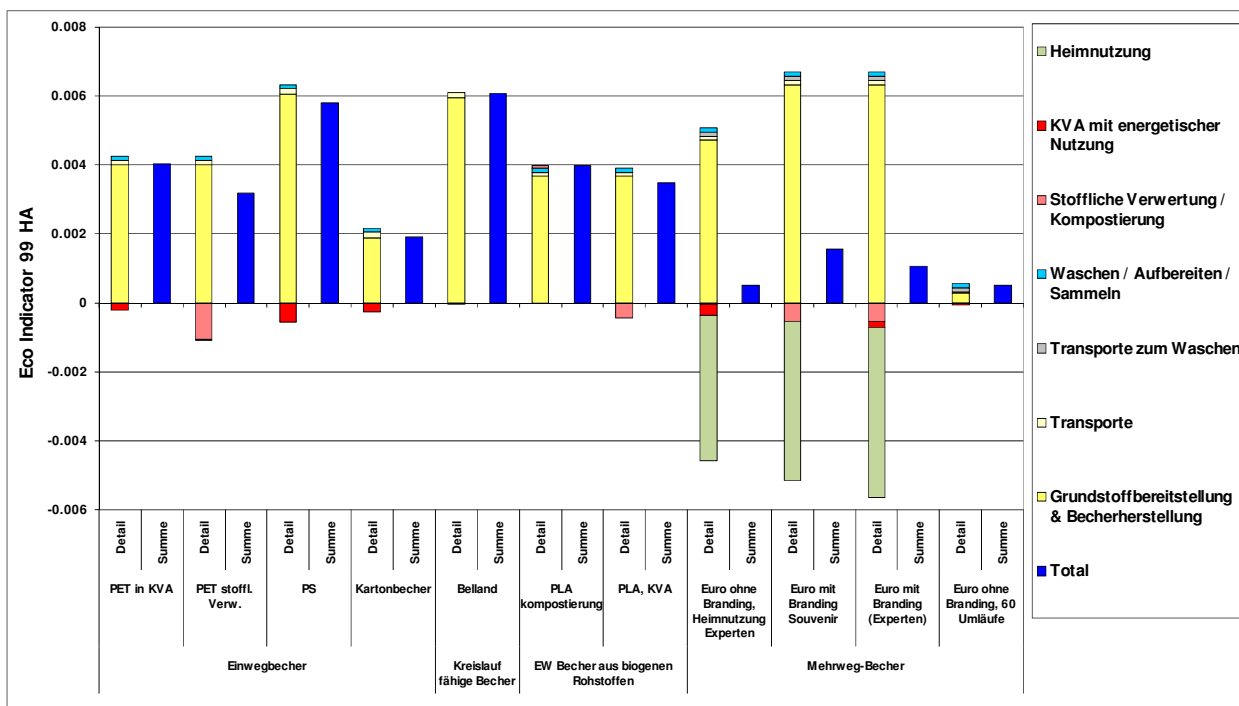
Die Beurteilung mit allen drei Methoden zeigt tendenziell die gleichen Ergebnisse. Diese sind daher als robust zu bezeichnen.



**Abbildung 27: Detailanalyse der Ergebnisse EURO mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode UBP 2006**

Die grössten Unterschiede ergeben sich bei den Bechern aus nachwachsenden Rohstoffen, welche durch die Methode Eco-indicator tendenziell besser bewertet werden. Der Grund dafür ist im Wesentlichen die hohe Gewichtung der nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen. Während die Methode UBP 2006 die MW-Becher signifikant besser beurteilt als alle Einweg Becher, ergibt sich bei der Methode Eco-indicator 99 für den Kartonbecher nur eine tendenziell schlechtere Bewertung gegenüber dem schlechtesten Mehrwegbecher Szenario. Alle anderen Einwegbecher werden mit beiden Methoden signifikant schlechter beurteilt.

Unter Berücksichtigung der Aussagegenauigkeit und der unterschiedlichen Bewertungen lassen sich aus diesen Ergebnissen die folgenden Aussagen ableiten.



**Abbildung 28: Detailanalyse der Ergebnisse mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode Eco-indicator 99**

Auffallend sind die großen Spannbreiten bei den Einwegbechern. Wie die Detailanalyse zeigt, ergeben sich die großen Unterschiede vor allem aufgrund der unterschiedlichen Gewichte der Becher und der damit verbundenen Auswirkungen durch die Grundstoffbereitstellung und die Becherherstellung.

Die Umweltauswirkungen der biologisch abbaubaren Systeme liegen höher als die günstigste Variante und sind geringer als die schlechteste Variante der konventionellen EW-Becher aus PET oder Karton. Ein sehr leichter Kunststoffbecher aus fossilen Rohstoffen, der dem Recycling zugeführt wird, verursacht tendenziell eine geringere Umweltbelastung als ein biologisch abbaubarer Becher aus dem nachwachsenden Rohstoff PLA.

Eine Aufteilung der gesamten Umweltauswirkungen auf die verschiedenen Prozesse zeigt, dass die Herstellung bei den Einwegbechern mit Abstand den größten Beitrag zu den Umweltauswirkungen leistet. Da dies auch für biologisch abbaubare Becher gilt und die Entsorgung von untergeordneter Bedeutung ist, führt die „Kompostierung“ auch bei theoretisch optimalen Bedingungen (100% kompostiert) zu keiner Reduktionen der Umweltbelastung. Entsprechend kann die Eigenschaft „Kompostierbarkeit“ nicht mit geringen Umweltauswirkungen der Becher gleichgesetzt werden.

Die Kompostierung führt zu einer etwas schlechteren Endbewertung, da die Entsorgung der gebrauchten PLA-Becher in der Müllverbrennung zu einer Gutschrift für die gewonnene Energie führt, aber für die Kompostierung des PLA keine entlastenden Effekte gutzuschreiben sind. Der Grund dafür, dass keine entlastenden Effekte gutgeschrieben werden können, liegt in der Tat-

sache, dass PLA weder Nährstoffe enthält, welche als Dünger dienen können, noch zu einer Strukturbildung des Kompostes beiträgt.

Der größte Hersteller von PLA kauft Emissionszertifikate von Windenergie ein, um die CO<sub>2</sub> Emissionen zu kompensieren. Mit diesem wird der Strom vom Netz in der Firma ersetzt. Dadurch ergeben sich nicht nur Reduktionen bei den CO<sub>2</sub> Emissionen, sondern auch bei anderen Emissionen und beim Bedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen. Da es sich dabei nicht um eine intrinsische Eigenschaft von PLA handelt, dasselbe kann von allen Herstellern von Grundstoffen, wie PET, PS, PP oder Karton gemacht werden, wurde diese Kompensation in den Standardszenarien nicht berücksichtigt.

Am stärksten wirkt sich die materielle Wiederverwendung bei den Mehrwegbechern aus. Bei diesen fällt die Herstellung auf Grund des mehrfachen Gebrauchs nicht stark ins Gewicht.

### Bewertung der Standardszenarien

Die untersuchten Getränkebechersysteme lassen die folgenden Schlussfolgerungen zu:

- Alle Mehrwegbecherszenarien weisen gegenüber den betrachteten Einwegsznarien signifikant geringere Umweltbelastungen auf.
- Für das beste Einwegbecherszenario werden mehr Umweltbelastungspunkte (UBP) ausgewiesen als für das ungünstigste Mehrwegbecherszenario, bei dem aufgrund des Brandings eine Nachnutzung nicht möglich ist (PP EURO mit Branding (Souvenir)).
- Innerhalb der Mehrwegbecherszenarien schneidet das Szenario mit Nachnutzung der Becher (PP EURO ohne Branding) mit Abstand am Besten ab.
- Biologisch abbaubare Einweggetränkebecher aus PLA (Polylactide) sind aus ökologischer Sicht zu Mehrwegbechern nicht gleichwertig. Die Kompostierbarkeit der Becher führt nicht zu geringeren Umweltauswirkungen, da mit der Kompostierung dieses „Kunststoffes“ kein nennenswerter ökologischer Nutzen verbunden ist. Zudem sind die Auswirkungen der Entsorgung marginal im Vergleich zur Herstellung der Becher.
- Die Umweltbelastungen der PLA Einweggetränkebecher sind vergleichbar mit jenen von PET Einweggetränkebechern und liegen deutlich über jenen der Einweggetränkebecher aus Karton.
- Die gesamt aggregierte Umweltbelastung von Einweggetränkebechern aus BEL-LAND®Material liegt im Bereich derjenigen von herkömmlichen Einweggetränkebechern wie beispielsweise PET. Der Beweis für ein funktionierendes Kreislaufsystem von BEL-LAND®Material muss in der Praxis erst noch erbracht werden.

## 9.1.2 Bewertung nach der UBA-Methode

### 9.1.2.1 Rangbildung von Wirkungskategorien

Das deutsche Umweltbundesamt hat eine Methode zur Hierarchisierung von Ökobilanzergebnissen entwickelt. Ein Hauptziel hierbei ist, die Ergebnisse der verschiedenen Wirkungskategorien hinsichtlich ihrer Bedeutung einzustufen. Der Hierarchisierung liegen folgende Festlegungen des Umweltbundesamtes (UBA, 1999) zugrunde:

„Eine Wirkungskategorie ... wird als umso umweltschädigender beurteilt, ihr wird also eine umso höhere Priorität beigemessen,

1. je schwerwiegender die potentielle Gefährdung der ökologischen Schutzgüter in der betreffenden Wirkungskategorie anzusehen ist (unabhängig vom aktuellen Umweltzustand),
2. je weiter der derzeitige Umweltzustand in dieser Wirkungskategorie von einem Zustand der ökologischen Nachhaltigkeit oder einem anderen angestrebten Umweltzustand entfernt ist,
3. je größer dieses Wirkungsindikatorergebnis in Bezug auf einheitliche Referenzwerte ist, z.B. der Anteil an der jeweiligen Gesamtjahreemission in Deutschland.“

Diese Festlegungen werden in den Kriterien ökologische Gefährdung, distance-to-target (Abstand zum angestrebten Umweltzustand) und Spezifischer Beitrag abgebildet.

### 9.1.2.2 Ökologische Gefährdung

Dieses Kriterium beurteilt die Schwere möglicher Schäden für die ökologischen Schutzgüter „menschliche Gesundheit“, „Struktur und Funktion von Ökosystemen“ und „natürliche Ressourcen“, die mit den Wirkungskategorien verbunden ist. Demnach wird die ökologische Gefährdung für die betrachteten Wirkungskategorien folgendermaßen eingestuft<sup>4</sup> (UBA, 1999):

Treibhauseffekt:	A
Versauerung:	B
Eutrophierung:	B
Fossile Ressourcen:	C
Ozonbildungspotenzial:	D

---

<sup>4</sup> A: höchste Priorität; E: niedrigste Priorität; die Einstufung E wurde für keines der untersuchten Kriterien vergeben.



Das UBA fordert, diese Einstufung in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Für die hier dargestellten Einstufungen gibt es keine wesentlichen Änderungen von 1999 bis 2007, so dass die UBA-Einstufung übernommen wird. Im vorliegenden Projekt wird die Wirkungskategorie Feinstaub noch zur Bewertung herangezogen. Die ökologische Gefährdung von Feinstaub wird mit B eingestuft, da Feinstaub erhebliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit hat und irreversible Schädigungen hervorrufen kann. Die Schädigungen betreffen jedoch nur die jeweils unmittelbar exponierte Generation und keine nachfolgenden Generationen.

Feinstaub: B

#### 9.1.2.2.1 distance-to-target (Abstand zum angestrebten Umweltziel)

Dieses Kriterium vergleicht den jetzigen Umweltzustand mit dem angestrebten Zustand. Je höher die Differenz ist, umso höher wird die Priorität eingestuft. Nach (UBA, 1999) wird distance-to-target für die betrachteten Wirkungskategorien folgendermaßen eingestuft:

Treibhauseffekt: A

Versauerung: B

Eutrophierung: B

Fossile Ressourcen: B

Ozonbildungspotenzial: B

Auch bezüglich des Abstandes zum Umweltziel gibt es keine wesentlichen Änderungen zu den Einstufungen von 1999, so dass auch hier die UBA-Einstufung übernommen werden kann. Das distance-to-target von Feinstaub wird mit B eingestuft, da eine Reduktion Veränderungen in der Energie-, Verkehrs- und Wirtschaftspolitik erfordert und weitergehende konkrete Reduktionsziele zu diskutieren sind.

Feinstaub: B

#### 9.1.2.3 Spezifischer Beitrag

Das Kriterium spezifischer Beitrag vergleicht die normierten Ökobilanzergebnisse der einzelnen Wirkungskategorien. Diese werden spezifischer Beitrag genannt. Um die relative Bedeutung der verschiedenen ermittelten Umweltbeiträge zu erkennen und möglicherweise gegenläufige Ergebnisse gegeneinander abwägen zu können, werden die ermittelten Bilanzergebnisse der einzelnen Wirkungskategorien mit der Gesamtbelastung des Untersuchungsraumes in Beziehung gesetzt.

Für die EURO-Varianten bilden Österreich und die Schweiz, für die Ligabetrieb-Varianten Deutschland den Untersuchungsraum.

Mit dieser Normierung kann aufgezeigt werden, wie stark die einzelnen Wirkungskategorien zur aktuellen Umweltsituation beitragen.

Die Gesamtemissionen für Deutschland wurden aus Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes zusammengetragen (UBA, 2006a und UBA, 2006) und innerhalb der einzelnen Wirkungskategorien aggregiert (ÖKO-INSTITUT, 2007). Die Gesamtemissionen für die Schweiz und Österreich wurden nach FRISCHKNECHT et al. (2006) und GUINÉE et al. (2001 und 2004), unter Zuhilfenahme weiterer Daten aus der schweizerischen und österreichischen Umweltstatistik, berechnet.

Ein Ökobilanzergebnis wird als umso bedeutender eingestuft, je größer es im Vergleich zu der pro Jahr in Deutschland gemessenen Gesamtbelastung ist. Die Variante mit dem höchsten spezifischen Beitrag wird auf 100 % gesetzt. Die Ergebnisse der anderen Varianten werden zu der Variante mit dem höchsten spezifischen Beitrag in Relation gesetzt. Aus diesem Ranking erfolgt folgende Klasseneinteilung: A (80 – 100 %); B (60 – 80 %); C (40 – 60 %); D (20 – 40 %); E (0 – 20 %).

Das heißt, dass der spezifische Beitrag keine festgesetzte Normierung ist. Er wird vielmehr aus den ermittelten Bilanzdaten ermittelt und ist zudem von den Gesamtemissionen im Untersuchungsgebiet abhängig. Deshalb unterscheiden sich die Einschätzungen für den Ligabetrieb in Deutschland bei diesem Kriterium von denen für die EURO in der Schweiz und in Österreich (vgl. auch Tabelle 9 und Tabelle 11).

#### **9.1.2.4 Zusammenführung der drei Kriterien**

Nach der Ermittlung der Klassen für die Kriterien distance-to-target, ökologische Gefährdung und spezifischer Beitrag werden diese für jede Wirkungskategorie gemäß der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt und es wird eine ökologische Priorität abgeleitet.

**Tabelle 8: Ermittlung der ökologischen Prioritäten nach der UBA-Methode**

Einzelbeurteilungen der Kriterien spezifischer Beitrag, Distance-to-Target und Ökologische Gefährdung			Ökologische Priorität
A	A	A	sehr groß
A	A	B	sehr groß
A	A	C	groß
A	A	D	groß
A	A	E	groß
A	B	B	groß
A	B	C	groß
A	B	D	groß
A	B	E	mittel
A	C	C	groß
A	C	D	mittel
A	C	E	mittel
A	D	D	mittel
A	D	E	mittel
A	E	E	gering
B	B	B	groß
B	B	C	groß
B	B	D	mittel
B	B	E	mittel
B	C	C	mittel
B	C	D	mittel
B	C	E	mittel
B	D	D	mittel
B	D	E	gering
B	E	E	gering
C	C	C	mittel
C	C	D	mittel
C	C	E	gering
C	D	D	gering
C	D	E	gering
C	E	E	gering
D	D	D	gering
D	D	E	gering
D	E	E	sehr gering
E	E	E	sehr gering

## Hierarchisierung

Die Ökobilanzergebnisse wurden gemäß der UBA-Methode hierarchisiert. Tabelle 9 zeigt die Einstufung der Wirkungskategorien nach den beschriebenen Kriterien distance-to-target, Ökologische Gefährdung und Spezifischer Beitrag sowie die Ableitung der ökologischen Priorität für die Bilanzergebnisse der Varianten EURO im Untersuchungsraum Österreich und Schweiz.

**Tabelle 9: Hierarchisierung der Ökobilanzergebnisse für die EURO in der Schweiz und in Österreich**

	Spezifischer Beitrag	distance to target	Ökologische Gefährdung	Ökologische Priorität
<b>Treibhauseffekt</b>	D	A	A	<b>groß</b>
Versauerung	E	B	B	mittel
<b>Eutrophierung</b>	B	B	B	<b>groß</b>
Ozonbildungspotenzial	E	B	D	gering
<b>Feinstaub</b>	B	B	B	<b>groß</b>
<b>fossile Ressourcen</b>	A	B	C	<b>groß</b>

Die Wirkungskategorien Treibhauseffekt, Eutrophierung, Feinstaub und fossile Ressourcen weisen eine große Ökologische Priorität auf. Für die Wirkungskategorie Versauerung ergibt sich eine mittlere, für das Ozonbildungspotenzial eine geringe Ökologische Priorität.

### Zusammenfassende Darstellung

Die Abbildung 29 zeigt die relativen Ökobilanzergebnisse für die einzelnen Wirkungskategorien bezogen auf den Bestwert jeder einzelnen Wirkungskategorie. Zur besseren Darstellung wurde für die Wirkungskategorien Treibhausgase und Versauerung nicht der beste Wert 1 gesetzt, sondern der zweit- bzw. drittbeste.

Die Mehrwegvariante „PP ohne Branding“ weist beispielsweise für alle Wirkungskategorien außer fossile Ressourcen und Treibhausgase die besten Werte auf. Dementsprechend werden für diese Variante alle Wirkungskategorien außer Fossile Ressourcen und Versauerung (siehe oben) auf den Wert 1 eingestellt. Alle anderen Varianten werden in Relation dazu dargestellt.

Für fossile Ressourcen weist der Kartonbecher das beste Ergebnis auf. Der Abstand zum besten Mehrwegszenario ist gering. Die beiden anderen Mehrwegszenarien (PP mit Branding) weisen etwa den dreifachen Wert auf. Das Gesamtergebnis ist dennoch eindeutig.

Bei allen anderen Wirkungskategorien liegt das schlechteste Mehrwegszenario noch deutlich vor dem besten Einwegszenario.

Im direkten Vergleich der Einwegszenarien schneidet der Kartonbecher bei allen Kriterien am besten ab.

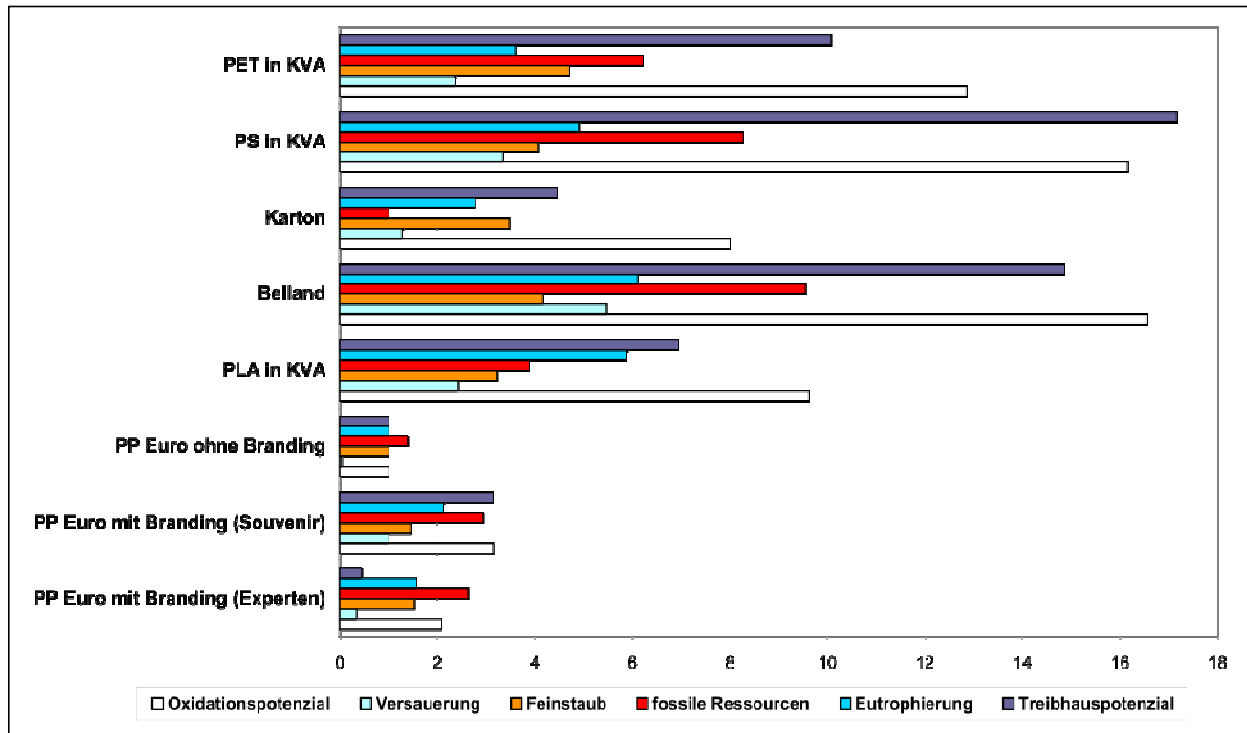


Abbildung 29: Zusammenfassende Darstellung der Ökobilanzergebnisse für die EURO in der Schweiz und in Österreich

Damit werden für die EURO-Varianten die Ergebnisse aus den beiden aggregierenden Bewertungsmethoden bestätigt.

### 9.1.3 Einzelbetrachtungen für GWP und KEA

GWP: Auch in der einzelnen Wirkungskategorie Treibhauspotential (GWP) zeigen sich alle Mehrwegbecherszenarien klimaverträglicher als alle Einwegbecherszenarien.

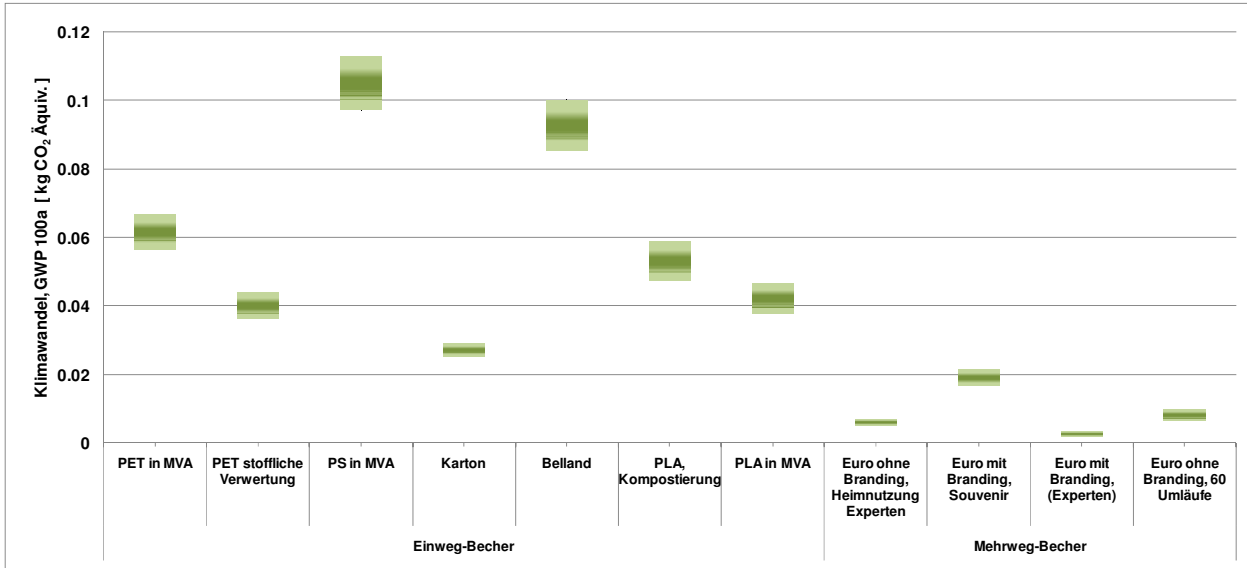


Abbildung 30: Auswirkungen auf das Klima der verschiedenen Getränkebecher mit Angabe der Fehlerbandbreiten

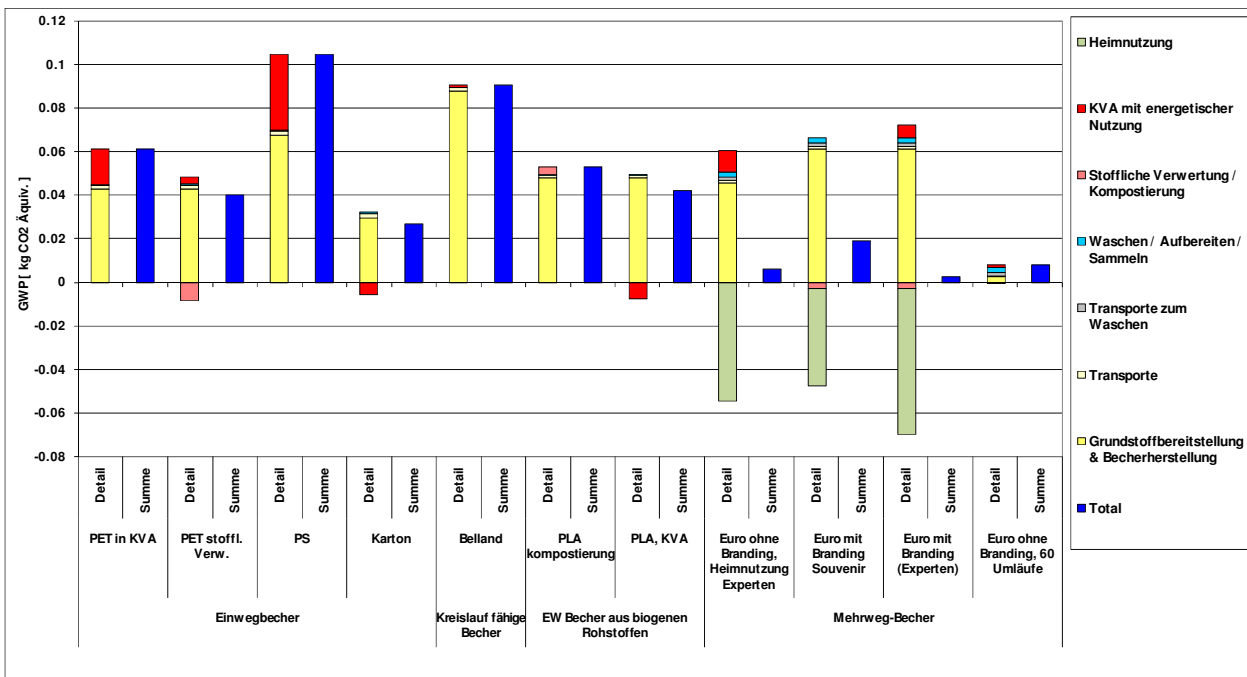


Abbildung 31: Detailanalyse der Ergebnisse EURO mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für das GWP

Im Vergleich innerhalb der Einwegbecherszenarien zeichnet der Kartonbecher wie bei den beiden aggregierenden Bewertungsmethoden auch beim Einfluss auf das Klima durch Treibhauspotential (GWP) für die geringsten Umweltauswirkungen verantwortlich. Erwartungsgemäß wird

der Abstand des besten Einwegsystems „Kartonbecher“ zu den Mehrwegbechern bei diesem Einzelkriterium aber geringer.

Bei den klimawirksamen Emissionen aus der MVA/KVA macht sich insbesondere bei den Einwegsystemen der Einfluss des Rohstoffs deutlich bemerkbar. Bei den Bechern aus fossilen Rohstoffen führt die Verbrennung in der MVA/KVA zu zusätzlichen Emissionen, da Strom und Wärme im Landesmix effektiver, also mit weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen, produziert werden, als dies die MVA/KVA könnte. Dies ist nicht verwunderlich, da die MVA/KVA weitere Aufgaben wie Schadstoffentfrachtung bei der Abfallentsorgung zu erfüllen hat und dafür einen höheren Eigenbedarf für die Rauchgasreinigung aufweist. Demgegenüber führt der Einsatz der Karton- und PLA-Becher zur Entlastung an Klimagasen, da die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung von nachwachsenden Rohstoffen per Konvention als nicht klimaschädlich eingestuft werden. Im Vergleich zu den emittierten Klimagasen infolge der Aufwendungen für die Rohstoffgewinnung und Becherherstellung sind diese Gutschriften aber eher gering.

Bei den Mehrwegszenarien kommt es aufgrund der Gutschriften für die Heimmutzung zu einer anderen Reihung als bei den zusammenfassenden Bewertungsmethoden UBP 2006 und Eco-indicator 99. Hier wirkt sich insbesondere der Ersatz der Einwegbecher mit hohen Gutschriften aus. Aber auch das Mehrwegszenario mit dem höchsten GWP „PP EURO mit Branding Souvenir“ liegt mit 30% Unterschied noch signifikant unter dem des besten Einwegszenarios.

KEA: Bezogen auf den kumulierten Energieaufwand, der für den Verbrauch an fossilen Energieressourcen steht, schneidet das Szenario „Einweg-Kartonbecher“ besser ab als das beste Mehrwegszenario „EURO ohne Branding“. Das liegt insbesondere an der intensiven Nutzung von regenerativen Ressourcen bei der Herstellung der Kartonbecher.

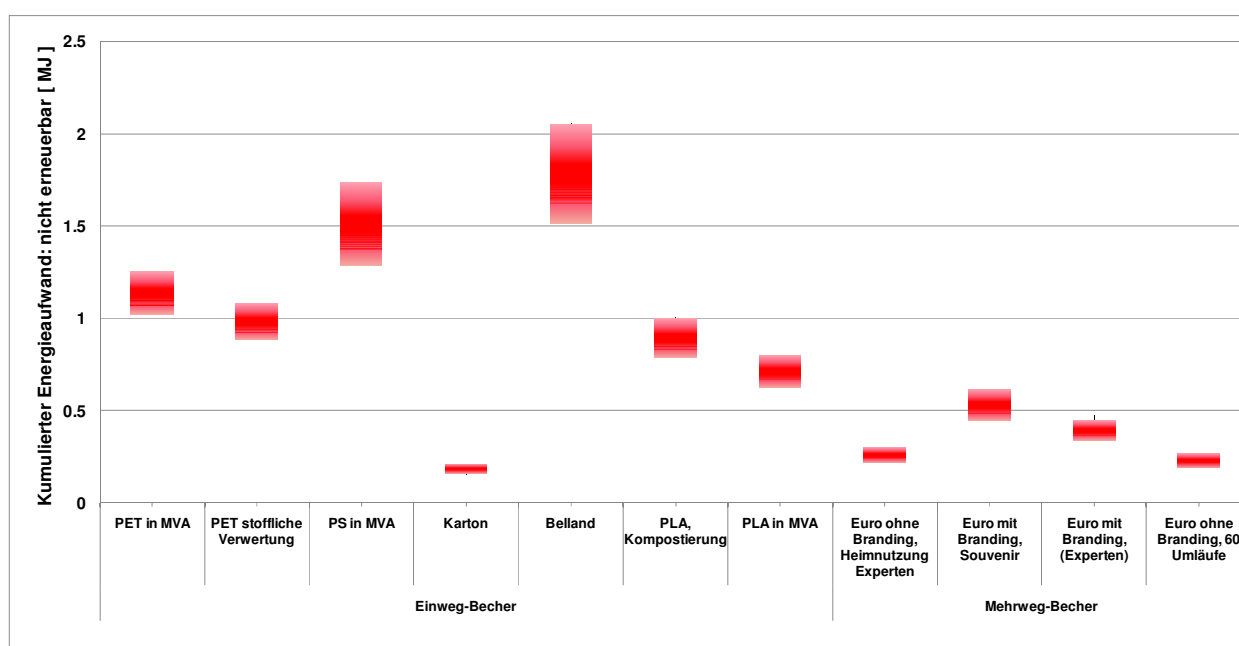


Abbildung 32: Ergebnisse der verschiedenen EURO Varianten für KEA mit Angaben der Unsicherheiten.

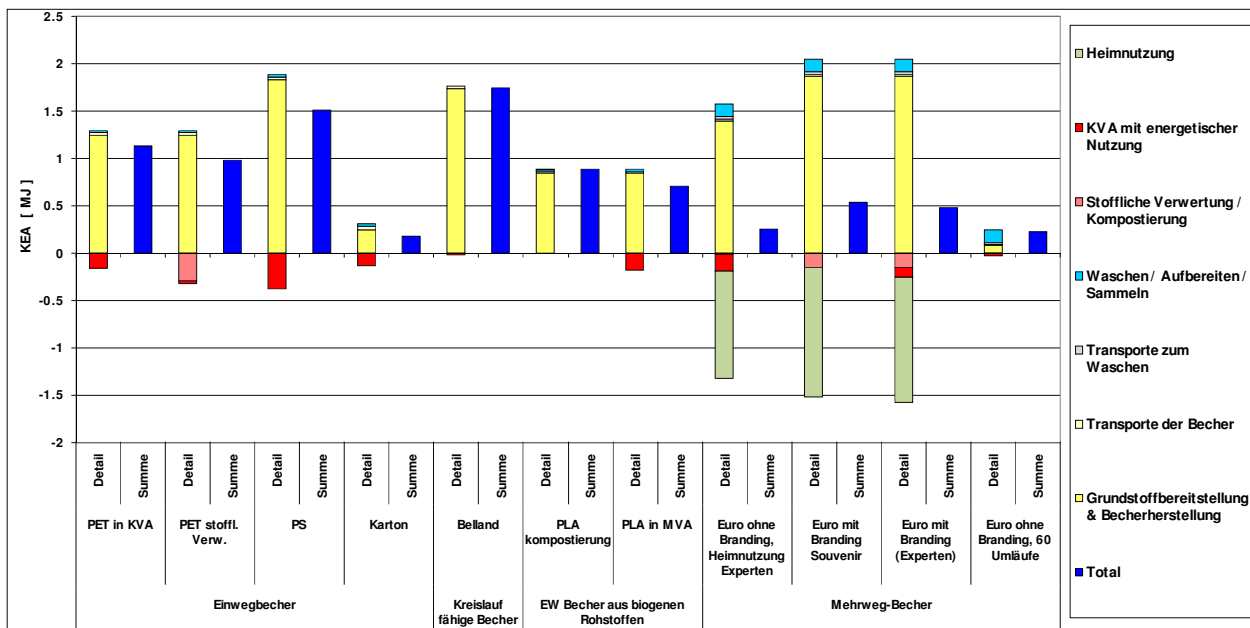


Abbildung 33: Detailanalyse der Ergebnisse EURO mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für KEA

### 9.1.4 Einfluss der Heimmutzung

Wie aus Abbildung 27, Abbildung 28, Abbildung 31 sowie Abbildung 33 ersichtlich ist, beeinflusst die Heimmutzung die Resultate wesentlich. Die Berücksichtigung der Heimmutzung ist aus methodischen Gründen notwendig, um den gesamten Lebensweg der Becher zu bilanzieren. Da durch die Mitnahme von „Sammlerbechern“ die für das Ergebnis bedeutenden Systemumläufe wesentlich beeinflussen wird auf eine angemessene Bilanzierung der Heimmutzung geachtet. Andernfalls ergäben sich wesentlich höhere Umlaufzyklen, was zu den Ergebnissen des Szenarios „EURO ohne Branding, 60 Umläufe“ führt, das geringere Umweltauswirkungen zeigen. In dem Sinne stellen die Szenarien der Heimmutzung tendenziell worst case Szenarien dar. Aus Gründen der Transparenz wurden die Umlaufzyklen bestimmt, welche notwendig sind, damit für die Mehrwegbecher dieselben Umweltauswirkungen resultieren wie bei den entsprechenden Einwegbechern.

Diese Resultate zeigen, dass bezüglich der gesamten Umweltbelastungen, gemessen in UBP oder Eco Indicator, bereits bei 3 bis 5 Umläufen (6 bei stofflichem Recycling der EW-Becher) die Umweltauswirkungen der MW-Becher gleich oder geringer sind als diejenigen der transparenten Einwegbecher. Bei Kartonbechern, die nur begrenzt eine Alternative darstellen, sind 6 bis 10 Umläufe notwendig. Bei den Indikatoren GWP und KEA werden 3 bis 7 Umläufe benötigt um dieselben Umweltauswirkungen zu verursachen, wie transparente Einwegbecher. Die Kartonbecher schneiden bezüglich dieser Indikatoren sehr gut ab, daher sind im Vergleich zu diesen Bechern Umläufe von 10 bis über 60 notwendig.



**Tabelle 10: Anzahl Umlaufzyklen der Mehrwegbecher, die notwendig sind, um dieselben Auswirkungen wie die entsprechenden Einwegbecher zu verursachen. \*: höhere Werte gelten, falls die Becher stofflich verwertet werden, \*\*: höhere Werte gelten bei einer Entsorgung in der MVA/KVA**

	UBP 06	Eco-indicator 99	GWP	KEA
PET	3 – 4.5*	5 – 6*	5 – 7*	4 – 5*
PLA	3	5	5 – 7**	4 – 5**
PS	3	3	< 3	3
Karton	6	10	10	60

### 9.1.5 Sensitivitätsbetrachtungen

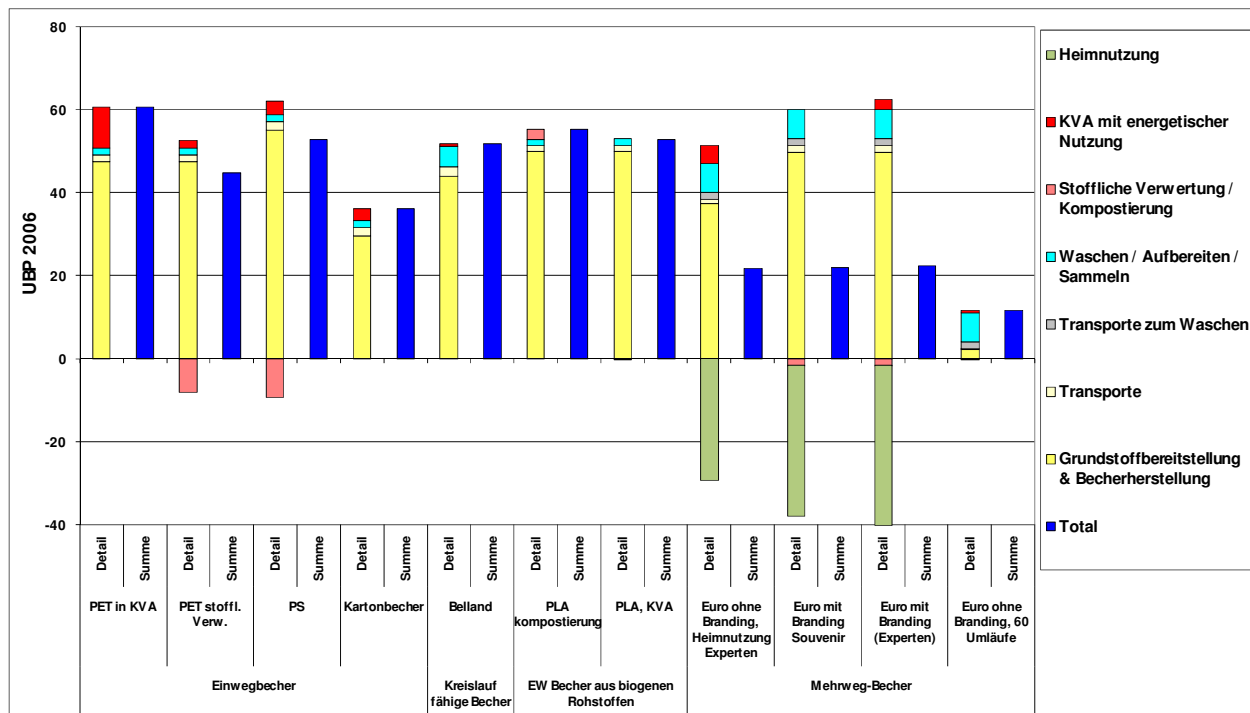
Sowohl Einweg- wie auch Mehrwegsysteme besitzen ein Optimierungspotential. Um zu prüfen, ob Optimierungen bei den Einwegsystemen dazu führen könnten, dass sich bezüglich der Mehrwegbecher andere Resultate ergeben, wurden Sensitivitätsrechnungen durchgeführt. Bewusst wurden dabei keine Optimierungen beim Mehrwegsystem berücksichtigt. Die Sensitivitäten zu einer stofflichen Verwertung von PET-Einwegbechern und zur Kompostierung von PLA Bechern, jeweils nach getrennter Erfassung, wurden bereits in den vorigen Abbildungen zu den Standardszenarien integriert (vgl. Abbildung 27 bis Abbildung 33), da es sich dabei um bereits realisierte Varianten handelt und dadurch eine bessere Vergleichbarkeit gegeben ist. Bei diesen Sensitivitätsrechnungen werden zusätzlich folgende Szenarien betrachtet:

- BELLAND@Material mit einem Rezyklatanteil von 50%: Dies ist ein Zukunftsszenario, da dies in der Praxis noch nicht realisiert ist.
- PS-Becher ins stoffliche Recycling: Dies ist grundsätzlich möglich, jedoch ist dies im Vergleich zum PET Recycling nicht so verbreitet.
- PLA mit CO<sub>2</sub> Kompensation: Der größte Hersteller von PLA kauft Emissionszertifikate von Windenergie ein, um die CO<sub>2</sub> Emissionen zu kompensieren. Mit diesem wird der Strom vom Netz in der Firma ersetzt. Dadurch ergeben sich nicht nur Reduktionen bei den CO<sub>2</sub> Emissionen, sondern auch bei anderen Emissionen und beim Bedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen. Da es sich dabei nicht um eine intrinsische Eigenschaft von PLA handelt, dasselbe kann von allen Herstellern von Grundstoffen, wie PET, PS, PP oder Karton gemacht werden, wurde diese Kompensation in den Standardszenarien nicht berücksichtigt.

Nicht berücksichtigt wurde für die Mehrwegvarianten die Möglichkeit den Strombedarf beim Waschen durch Ökostrom zu decken, wie es in einigen Waschanlagen in Deutschland praktiziert wird.

Alle Sensitivätsbetrachtungen bestätigen den Trend der Ergebnisse aus den Standardszenarien:

- Ein stoffliches Recycling der getrennt gesammelten Einwegbecher führt bei PET und PS zu einer deutlichen Entlastung gegenüber der Entsorgung mit thermischer Nutzung in einer MVA/KVA, stellt jedoch keine ökologische Alternative zu Mehrwegsystemen dar. Aufgrund des höheren Bechergewichts ist die Gutschrift bei PS etwas höher als bei den PET-Bechern. In dieser Variante schneidet der PS-Becher ähnlich gut ab wie der leichtere PET-Becher bei der Entsorgung in der MVA/KVA.
- Technisch wäre ein „PET to PET“ Getränkebecher Recycling ebenso möglich, wie bei PET-Flaschen (Bottle to Bottle). Möglicherweise könnten damit die Umweltauswirkungen weiter gesenkt werden. Ob es logistisch sinnvoll realisiert werden kann, muss erst noch gezeigt werden.
- Ein funktionierendes Kreislaufsystem bei BELLAND®Material konnte bis heute in der Praxis nicht realisiert werden. Unter der theoretischen Annahme, dass BELLAND®Material ein closed loop-Recycling bis zu 50% Rezyklat umsetzen könnte, wie als Sensitivität beispielhaft unterstellt wurde, ergibt sich eine wesentliche Reduktion der Umweltbelastung. Diese liegt dann in der Größenordnung der besten transparenten Becher. Jedoch würde der BELLAND®Material-Becher immer noch deutlich größere Umweltbelastungen aufweisen als alle untersuchten Mehrwegvarianten. Die Einwegvarianten des Kartonbechers könnte der BELLAND®Material-Becher auch dann noch nicht erreichen.
- Alle Mehrwegbecherszenarien weisen durchwegs die geringsten Umweltbelastungen auf. Kein Einwegbecher kann als ökologisch vergleichbares Gebinde bezeichnet werden, da diese immer mit deutlich höheren Umweltbelastungen verbunden sind.



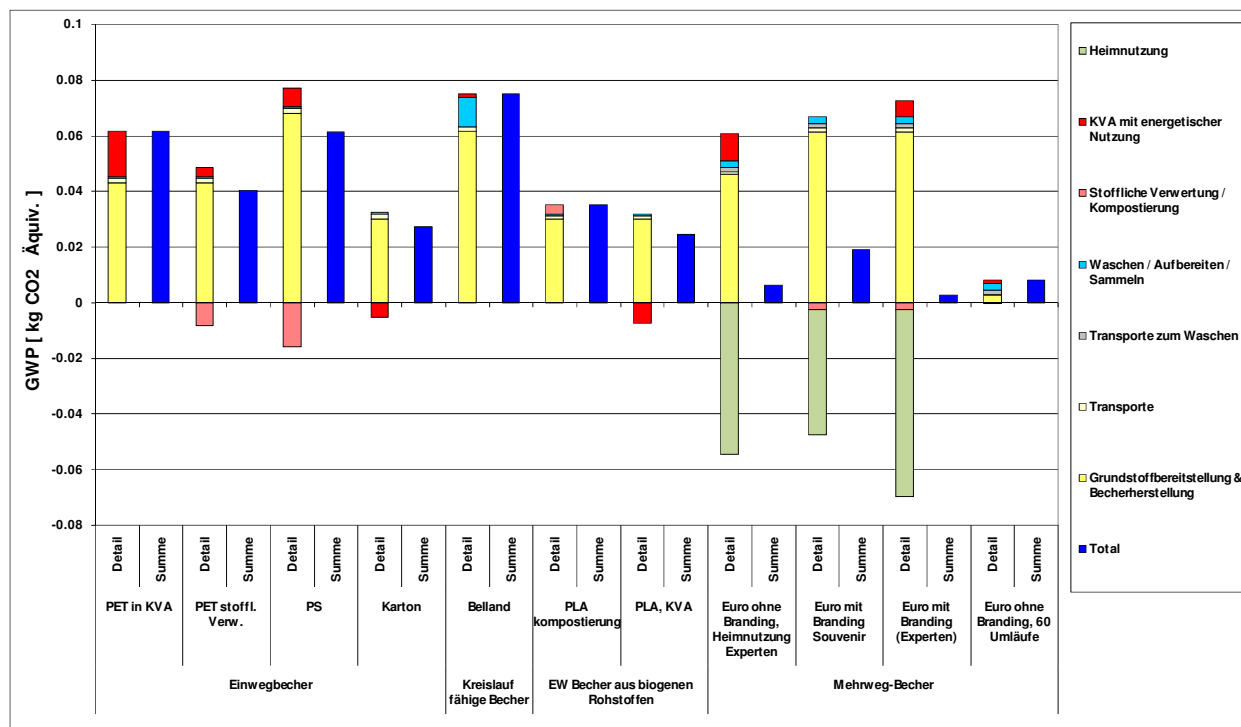
**Abbildung 34: Sensitivitätsbetrachtungen EURO für UBP 2006: BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung 80%.**

### Becher aus nachwachsenden und biologisch abbaubaren Rohstoffen

Trotz der Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Kompensationen für die Grundstoffbereitstellung und die Becherherstellung für Einwegbecher aus PLA, erreichen diese gemessen als UBP nicht die Qualitäten von Mehrwegbecher. Auch die besseren Einwegbeckersysteme, insbesondere der Kartonbecher, bleiben überlegen. Der Lebensweg eines Getränkebechers aus dem nachwachsenden Rohstoff PLA ist mit relativ hohen Umweltauswirkungen verbunden, auch wenn dieser biologisch abbaubar („kompostierbar“) ist. Einwegbecher aus PLA liegen in derselben Größenordnung wie die Becher aus fossilen Rohstoffen.

Wie die Detailanalysen zeigen, ergeben sich die hohen Umweltauswirkungen durch den intensiven landwirtschaftlichen Anbau des Maises sowie die Produktion der Milchsäure und Polymilchsäure (PLA). Zu beachten ist, dass die Herstellung von PLA noch Optimierungspotenziale besitzt. Die Hersteller der kompostierbaren Becher aus PLA stellen in Aussicht, dass in den kommenden Jahren Optimierungen bei der Art der Energiebereitstellung für die PLA Produktion und durch die Verwendung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten an Stelle von Mais realisiert werden. Da keine entsprechenden Grundlagendaten vorliegen, die Realisierung erst in Zukunft geplant ist und sich diese Studie auf den heutigen Zustand bezieht, wurden die aktuellen Daten verwendet. Auf Grund der Erfahrungen bei der Bewertung von Treibstoffen aus biogenen Rohstoffen sind vor allem durch die Verwendung von landwirtschaftlichen Nebenprodukten und die Optimierung der Stärkeproduktion Reduktionen zu erwarten. Ob sich dadurch die Ergebnis-

se wesentlich ändern werden, kann zum heutigen Zeitpunkt nicht gesagt werden, da auch Optimierungen bei den anderen Systemen möglich sind. Ggf. müssen zum gegebenen Zeitpunkt die Berechnungen neu gemacht werden.



**Abbildung 35: Sensitivitätsbetrachtungen für GWP: BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung 80%.**

Erwartungsgemäß wirkt sich die Berücksichtigung der CO<sub>2</sub>-Kompensation für die PLA-Herstellung bei der Einzelbetrachtung des GWP stärker aus. Die Anrechnung von Kompensationen kann allerdings nicht in die abschließende Bewertung einfließen, da dies nicht eine Qualität des untersuchten Szenarios darstellt, dies ist keine Eigenschaft von PLA, sondern die Bereitschaft eines bestimmten Herstellers entsprechende Zertifikate zu kaufen. Grundsätzlich besteht diese Möglichkeit für alle untersuchten Systeme in dieser Art auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz einzuwirken. Aus dem gleichen Grund wurde auch der Einsatz von Ökostrom bei den Mehrwegbechern nicht bilanziert.

## 9.2 Ligabetrieb Deutschland und Public Viewing

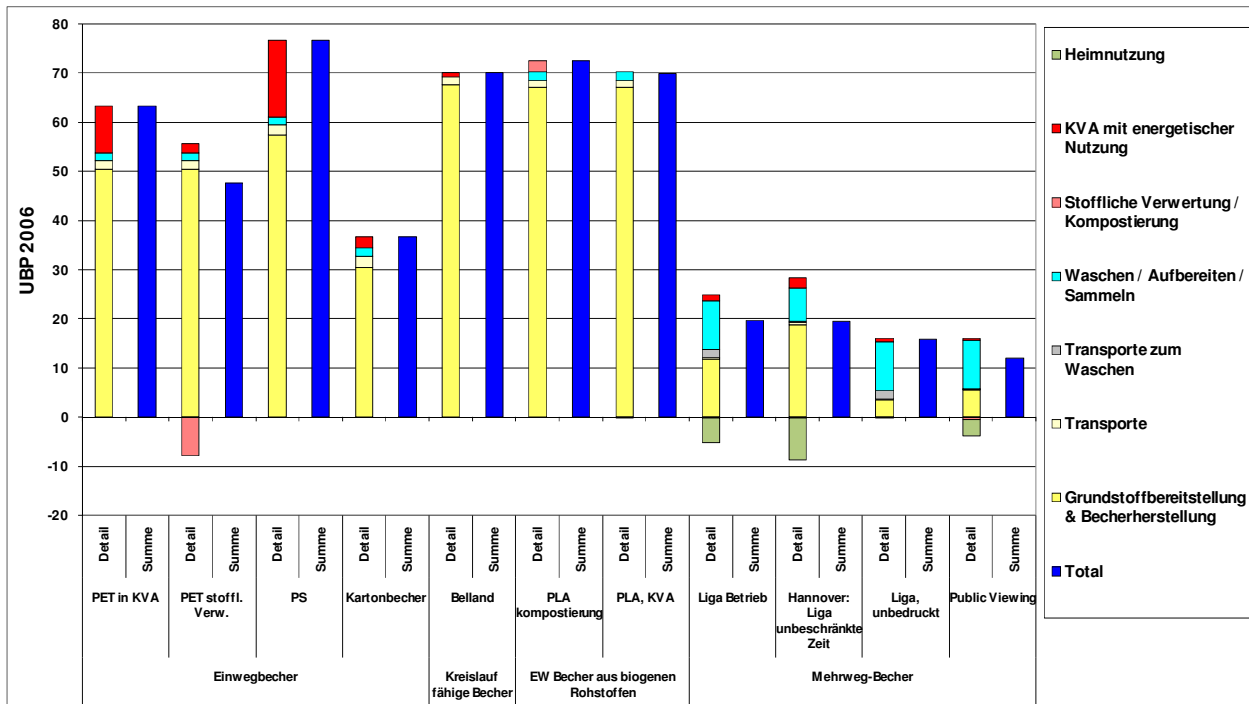
### 9.2.1 Bewertungen nach UBP 2006 und Eco-indicator 99

Für den normalen Ligabetrieb in der Bundesliga wird von 25 % Sammlerbechern und 75 % unbedruckten Bechern ausgegangen. Daraus ergeben sich Systemumlaufzyklen im Stadion von 12. Von der Summe aller insgesamt eingesetzten Becher verbleiben 86 % in der Heimnutzung und 14 % müssen einer Verwertung zugeführt werden. Für das Szenario Ligabetrieb im Bundesligastadion Hannover wurde nach konkreten Angaben der Stadionbetreiber folgende Bilanz aufgestellt. Es werden 13 % Sammler- und 87 % unbedruckte Becher genutzt. Demzufolge werden 8 Systemumläufe im Stadion erreicht, 92 % aller Becher gelangen in die Heimnutzung oder über den Verlust in den Restmüll, 8 % verbleiben für die stoffliche Verwertung. Die Waschstation des heimischen Systemanbieters befindet sich in Hannover. Beim Einsatz von ausschließlich unbedruckten Bechern resultieren aus den oben aufgeführten Rahmendaten 41 Systemumläufe. 82 % der insgesamt eingesetzten Becher gelangen in die Heimnutzung oder über den Verlust in den Restmüll, 18 % werden stofflich verwertet.

Beim Szenario „Public Viewing“ wurde die Situation, wie sie während der EURO 2008 in Wien erwartet wird, zugrunde gelegt. Zum Einsatz kommen 300.000 Eventbecher. Zu Spitzenzeiten werden bei Bedarf zusätzlich unbedruckte Becher eingesetzt. Die Becher können an 23 Tagen während der EURO eingesetzt werden. Es werden täglich 100.000 bis 150.000 Bechern mit Getränken verkauft und entsprechend viele Becher gespült. In der Summe werden während des Events 2,3 Mio. bis 3,5 Mio. Becher mit Getränken verkauft werden. Die Stadt Wien benutzt die Becher nach der EURO weiter. Daraus ergeben sich 27 Systemumläufe im Stadion. Insgesamt gelangen 80% der Becher in die Heimnutzung und 20% verbleiben für die stoffliche Verwertung. Für die Bewertung der Heimnutzung wurde der Mix des ExpertInnenpanels herangezogen.

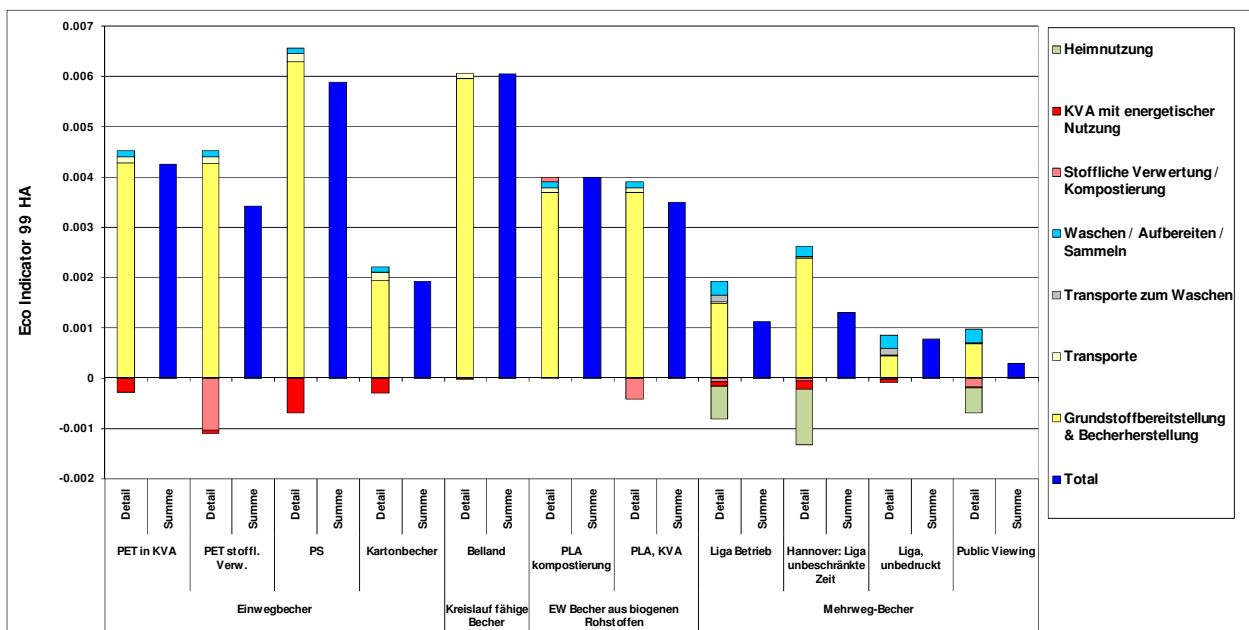
Nach den aggregierenden Bewertungsmethoden schneiden die Mehrwegbecher-Szenarien mit den meisten Umläufen (Ligabetrieb mit unbedruckten Bechern und Public Viewing) am besten ab. Aber auch die beiden Szenarien Ligabetrieb und Ligabetrieb Hannover, die beide aufgrund der Mitnahme der Sammelbecher deutlich weniger reale Umläufe in den Stadien erreichen, bleiben dem besten Einwegbechersystem (Kartonbecher) überlegen.

Auch bei den Rahmenbedingungen der Bundesliga und speziell dem Stadion in Hannover mit den entsprechenden Energiemixen aus Deutschland schneiden insgesamt die Mehrwegbecher am besten ab.



**Abbildung 36: Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode UBP 2006**

Nach der Bewertungsmethode Eco-Indicator 99 schneiden die Einwegbecher aus nachwachsenden Rohstoffen (PLA und Karton) etwas besser ab als die aus fossilen (PET, PS und BELLAND®Material), da hier die energetischen Ressourcen höher gewichtet werden als beim UBP 2006. Die Differenz zwischen den Mehrwegbechern und den Einwegbechern ist nach wie vor signifikant.



**Abbildung 37: Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode Eco-indicator 99**

## 9.2.2 Bewertung nach der UBA-Methode

Die Beschreibung der UBA-Methode ist in Kapitel 9.1.1 aufgeführt. Die Ergebnisse für den Ligabetrieb in Deutschland unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der EURO, außer dass bei der Hierarchisierung infolge des neuen Untersuchungsraumes sich andere Prioritäten ergeben (vgl. Tabelle 9 und Tabelle 11).

### Hierarchisierung

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Einstufung nach den beschriebenen Kriterien distance-to-target, Ökologische Gefährdung und Spezifischer Beitrag sowie die Ableitung der Ökologischen Priorität nach den Vorgaben der UBA-Methode für die Wirkungskategorien bei den Varianten des deutschen Ligabetriebs.

**Tabelle 11: Hierarchisierung der Ökobilanzergebnisse für den Ligabetrieb in Deutschland**

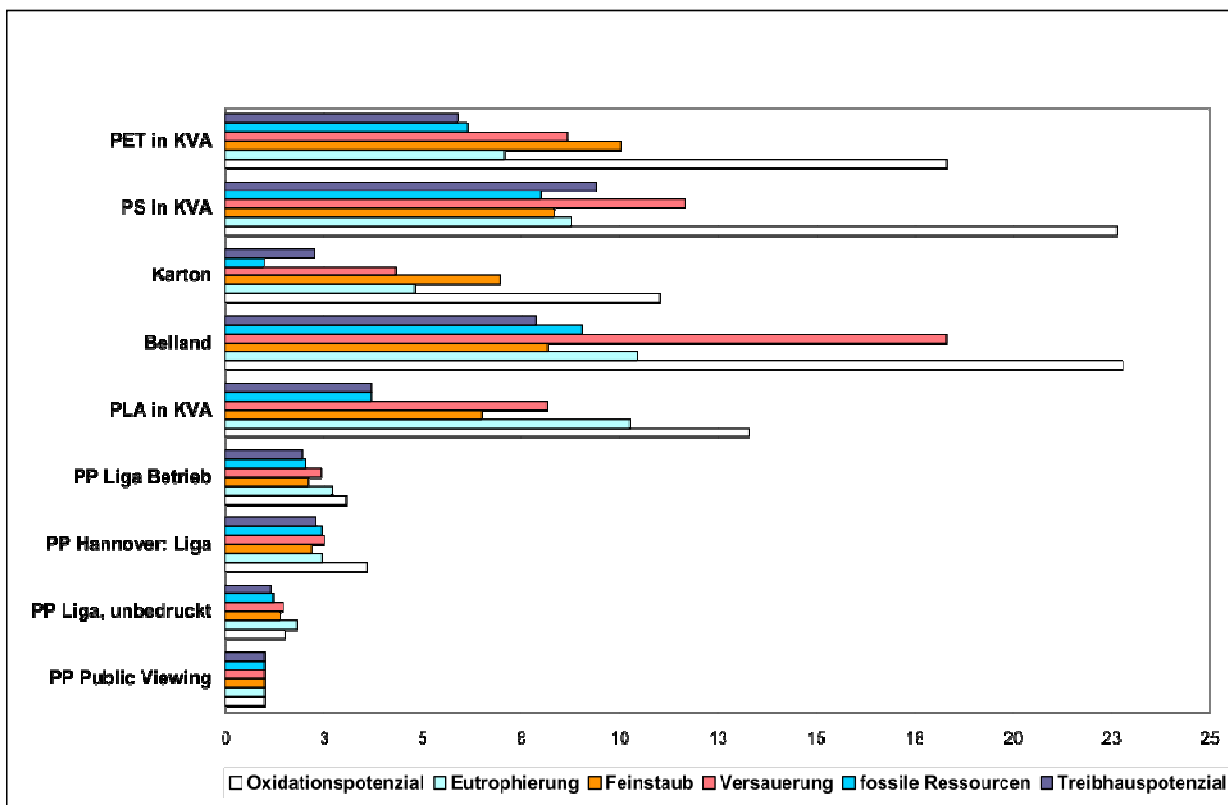
	Spezifischer Beitrag	distance to target	Ökologische Gefährdung	Ökologische Priorität
Treibhauseffekt	A	A	A	sehr gross
Versauerung	C	B	B	gross
Eutrophierung	D	B	B	mittel
Ozonbildungspotential	E	B	D	gering
Feinstaub	C	B	B	gross
fossile Ressourcen	A	B	C	gross

Für den Untersuchungsraum Deutschland wird die Ökologische Priorität der Wirkungskategorie Treibhauseffekt als sehr groß eingeschätzt, da sie in allen Kriterien mit A bewertet wird. Versauerung, Feinstaub und fossile Ressourcen weisen eine große ökologische Priorität. Diese vier Kategorien sind gelb markiert. Die Eutrophierung ist mit mittlerer, das Ozonbildungspotenzial mit geringer Priorität eingestuft (vgl. Tabelle 11).

### Zusammenfassende Darstellung

Die zusammenfassende Darstellung der Ökobilanzergebnisse nach der UBA-Methode für den Ligabetrieb in Deutschland und das Public Viewing zeigt Abbildung 38, in der die relativen Ökobilanzergebnisse für die einzelnen Wirkungskategorien bezogen auf den jeweils besten Wert dargestellt sind. Die besten Werte weist ausschließlich das Public Viewing auf, bei den fossilen Ressourcen (KEA) zusammen mit dem Einweg-Kartonbecher. Auch das zweitbeste Ergebnis erreicht eindeutig, bei nahezu allen Wirkungskategorien, der Ligabetrieb mit Mehrwegbechern, die nicht als „Sammlerbecher“ ausgelegt sind. Der Abstand zu den beiden weiteren Mehrweg-szenarien ist allerdings gering.

Beim Treibhausgas liegt der Kartonbecher im Bereich der beiden Mehrwegszenarien mit bedruckten „Sammlerbechern“. Für alle anderen Wirkungskategorien weisen alle Mehrwegszenarien durchwegs bessere Ergebnisse auf als das beste Einwegszenario.



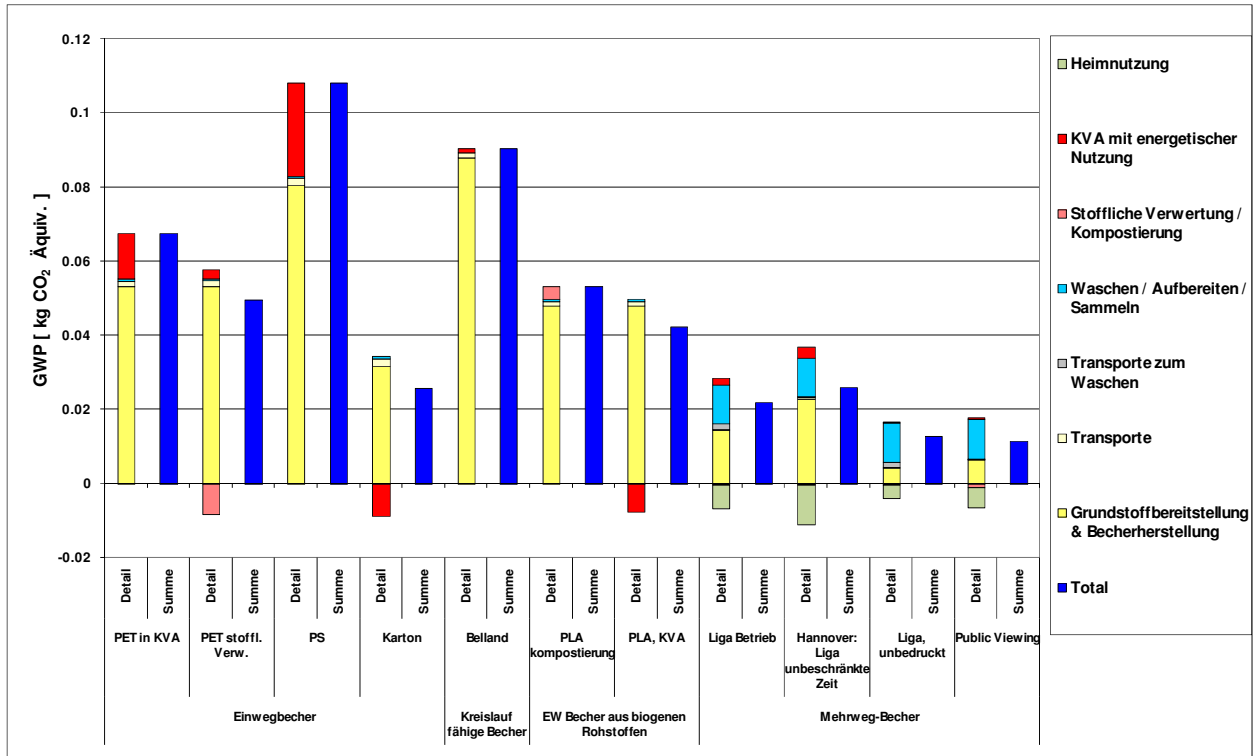
**Abbildung 38: Zusammenfassende Darstellung der Ökobilanzergebnisse für den deutschen Ligabetrieb und das Public Viewing**

Damit wurden auch für den deutschen Ligabetrieb die Ergebnisse der beiden aggregierenden Bewertungsmethoden durch die UBA-Methode eindeutig bestätigt.

### 9.2.3 Einzelbetrachtungen für GWP und KEA

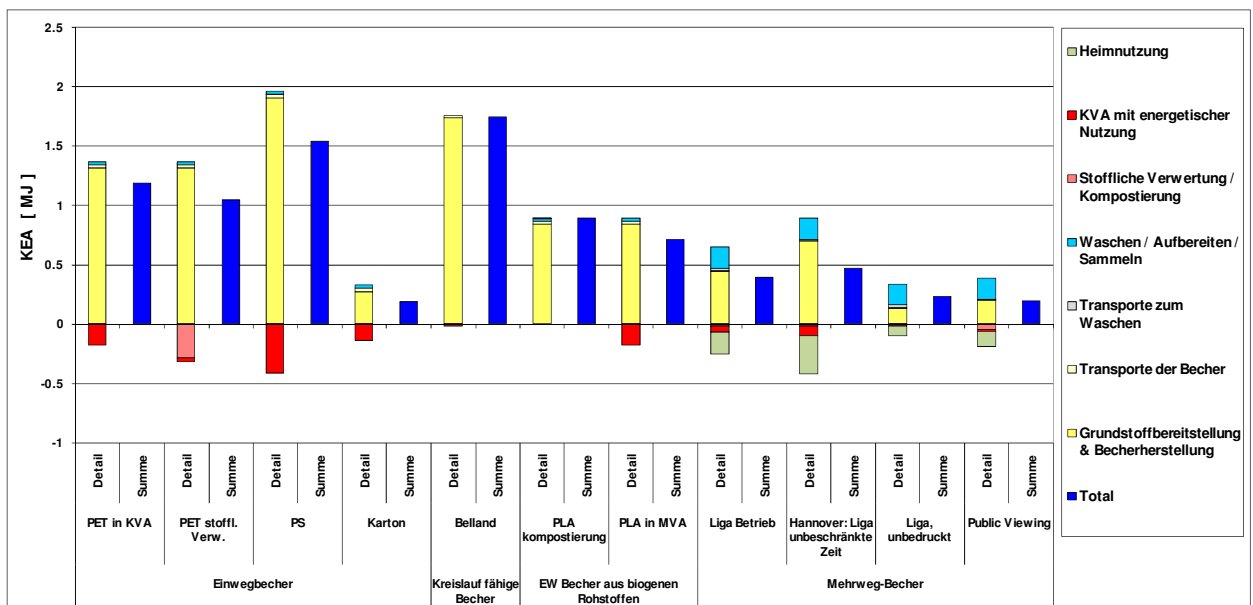
In den Einzelbetrachtungen werden GWP und KEA nochmals extra dargestellt. Da diese Kriterien besonders von der Frage abhängen, ob regenerative oder fossile Rohstoffe eingesetzt werden, ist hier die Annäherung der Einwegbecher aus nachwachsenden Rohstoffen an die Mehrwegsysteme noch stärker gegeben als beim Eco-indicator 99. Der Kartonbecher schließt beim GWP zu den ungünstigeren Mehrwegbechersystemen auf. Die PLA-Becher verursachen demgegenüber dennoch deutlich mehr Zusatzbelastungen an klimawirksamen Gasen als der Kartonbecher.





**Abbildung 39: Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für das GWP**

Beim KEA kann der Kartonbecher sogar, wie schon bei den Szenarien der EURO, zu den besseren Mehrwegbecherszenarien aufschließen. Das liegt insbesondere daran, dass bei der Herstellung des Kartons überwiegend regenerative Energieträger wie Wasserkraft und Biomasse zum Einsatz kommen. Auch für den Kumulierten Energieaufwand bleiben die anderen Einwegbechersysteme hinter allen Mehrwegbechersystemen zurück.

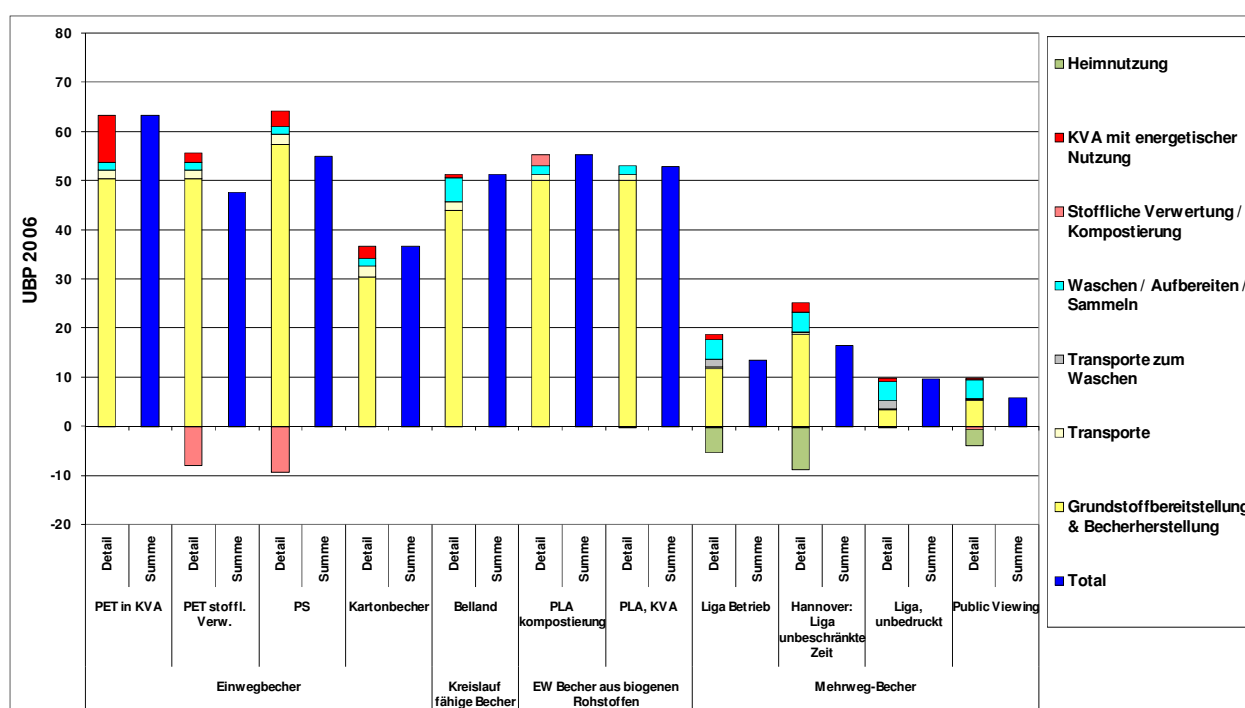


**Abbildung 40: Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für KEA**

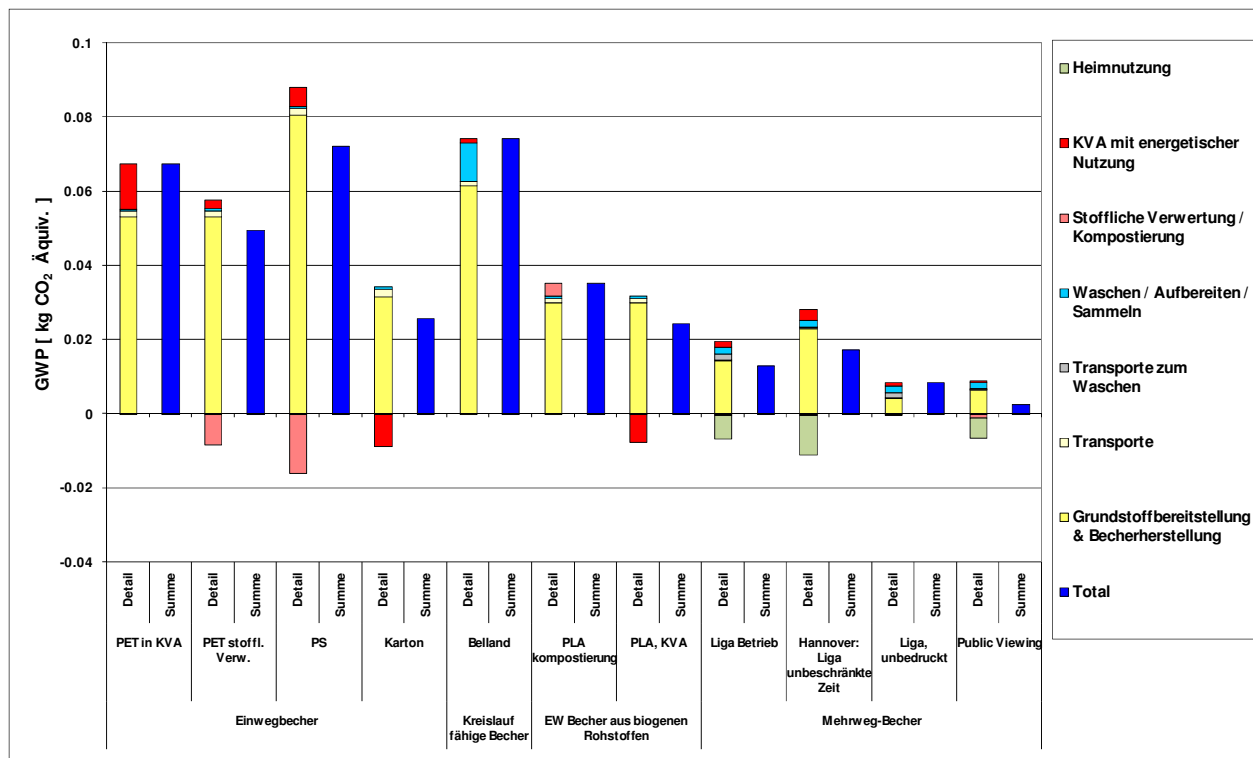
## 9.2.4 Sensitivitätsbetrachtungen

Bezüglich dem UBP 2006 bleiben die Mehrwegbecher auch unter den beschriebenen Annahmen der Sensitivitätsanalyse deutlich überlegen. Obwohl bei den unbedruckten Mehrwegbechern die Gutschriften für die Heimmutzung gänzlich außer Acht gelassen wurden, schneidet dieses Szenario sehr gut ab. Der Effekt ist aufgrund der hohen Anzahl der Umläufe nicht von großer Bedeutung.

Einer der deutschen Anbieter für Mehrwegbechersysteme bezieht zum Betrieb der Waschanlagen zertifiziertes Ökostrom mit sehr geringen CO<sub>2</sub> Emissionen. Die Sensitivität zeigt, dass sich die Aufwendungen fürs Waschen beim UBP fast halbieren, die Gesamtbelastungen reduzieren sich nochmals um gut 30%, beim Public Viewing sogar um 50%.



**Abbildung 41: Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für UBP 2006: BEL-LAND®Material zu 50 % Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung 80%, alle MW-Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb unbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimmutzung.**



**Abbildung 42: Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für GWP: BEL-LAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung, alle MW-Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb unbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimnutzung.**

Noch deutlicher wirkt sich dieser Effekt selbstverständlich beim GWP aus. Hier beträgt die gesamte Reduktion 40% beim Public Viewing sogar 75%. Das zeigt, dass für Mehrwegbechersysteme der Einsatz von Ökostrom eine sehr lohnende Maßnahme ist, um die Ökobilanz, insbesondere aber die Klimabilanz zu verbessern (vgl. hierzu z.B. [http://www.ecotopten.de/produktfeld\\_strom.php](http://www.ecotopten.de/produktfeld_strom.php) oder <http://www.topten.ch>). Derselbe Effekt lässt sich mit der Nutzung von Solarwärme zur Wassererhitzung erreichen.

Alle Sensitivitätsbetrachtungen bestätigen die Aussagen der Standardszenarien: Die Mehrwegbechersysteme sind den Einwegbechersystemen unter allen untersuchten Rahmenbedingungen deutlich überlegen.

## 10 Schlussfolgerungen

In der vorliegenden Studie wurden verschiedene Einweg- und Mehrwegbecher untersucht, die auf dem Markt erhältlich und für die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> relevant sind. Dabei wurden sowohl Becher aus fossilen, wie auch aus nachwachsenden Rohstoffen sowie biologisch abbaubare Einwegbecher und solche aus kreislauffähigem Material analysiert.

Wie bei allen Ökobilanzen gelten die Ergebnisse nur für die untersuchten Systeme bzw. Produkte. Es ist nur beschränkt zulässig Rückschlüsse auf andere Anwendungen zu machen, auch wenn sie ähnlich gelagert sind. Für verlässliche Resultate müssen die notwendigen Anpassungen gemacht werden. Es wurden der Fragestellung gemäß nur die Bechersysteme bzw. Getränkebechermaterialien untersucht, die für den Einsatz bei der EURO 2008 in Frage kamen. Insbesondere die neuen Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen (PLA) oder die recyclingfähigen Materialien (BELLAND®Material) sind in einem frühen Entwicklungsstadium und lassen zukünftig Verbesserungen erwarten, die ebenfalls nicht untersucht wurden. Auch die klassischen Einwegsyste me oder die Mehrwegsyste me lassen noch Optimierungen erwarten, wie z.B. PET-Recycling bei EW oder Gewichtsersparnisse bei MW Bechern. Solche Optimierungen sind ebenfalls nicht in die Bilanzen eingeflossen, da sie für die Anwendung bei der EURO 2008 nicht relevant sind.

Streng genommen beziehen sich demzufolge die Ergebnisse ausschließlich auf die Anwendung der untersuchten Materialien in ihrem momentanen Entwicklungsstand. Außerdem beziehen sich die Bilanzen auf die abfallwirtschaftliche Situation in den untersuchten Ländern (Schweiz, Österreich, Schweiz), in denen überwiegend die Müllverbrennung als Restmüllbeseitigungsverfahren vorherrscht. Für Länder, die noch in großem Umfang auf die Deponierung des Restmülls setzen, könnten sich die Ergebnisse deutlich unterscheiden.

Als Rahmenbedingung wurde der Einsatz der Becher an großen, geschlossenen Veranstaltungen untersucht. Die untersuchten Systeme lassen die folgenden Schlussfolgerungen zu.

- Aufgrund der Resultate der Studie des Österreichischen Ökologie-Instituts, des Deutschen Öko-Instituts e.V. und der Schweizer Firma Carbotech AG werden unter ökologischen Gesichtspunkten Mehrweggetränkebecher für Großveranstaltungen wie die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> empfohlen.
- Die gleiche Empfehlung wird auch für den Ligabetrieb sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz und in Österreich sowie für sonstige Großveranstaltungen wie das Public Viewing ausgesprochen.
- Eine Nachnutzung der Becher nach der UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> im Ligabetrieb oder bei anderen Veranstaltungen wird empfohlen. Dadurch können die negativen Umweltauswirkungen noch weiter reduziert und zusätzlich Abfälle vermieden werden. So kann eine der Forderungen aus dem Katalog des Österreichischen und Schwei-

zerischen Nachhaltigkeitskonzepts für die UEFA EURO 2008™ realisiert und umgesetzt werden.

- Die Sensitivitätsuntersuchungen zeigen, dass auch die sehr guten Mehrwegbechersysteme noch optimiert werden können, wenn zum Betrieb der Waschanlagen zertifizierter Ökostrom benutzt wird.
- Die Empfehlungen beruhen auf eindeutigen, signifikanten Ergebnissen, die zum einen durch die Sensitivitätsanalyse bestätigt wurden, zum anderen trotz eher konservativer Annahmen bezüglich der Mehrwegbecherszenarien deren deutliche Vorteile gegenüber allen Einwegbechersystemen aufzeigen.
- Einen wichtigen Einfluss auf die Ergebnisse haben die Anzahl der mitgenommenen Becher, deren Einfluss auf die Umlaufzahlen und die Art der in der Bilanz angesetzten Heimmutzung, die nach dem Grundsatz der Ökobilanz, den gesamten Lebenszyklus der Produkte zu untersuchen, nicht ausgespart werden darf. Deshalb wurde diesen Aspekten besonders viel Beachtung geschenkt (vgl. Kapitel 6.3.4 und 6.3.5).

# 11 Kritischer Review Bericht

Dieser Bericht wurde von einem externen Reviewer, Herr Paul W. Gilgen der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), CH-8600 Dübendorf, überprüft. Auf Grund dieser Prüfung kam Herr Gilgen zu folgendem Fazit: (Auszug aus dem Reviewbericht, der gesamte Reviewbericht ist im Anhang zu finden.)

„Die kritische Begutachtung der Studie führt zu folgendem Fazit:

Die Veränderung jener Parameter, die das Ergebnis wesentlich bestimmen, hat ergeben, dass die Empfehlungen der Studie (Seite 89 und Seite 90)

«Aufgrund der Resultate der Studie des Österreichischen Ökologie-Instituts, des Deutschen Öko-Instituts e.V. und der Schweizer Firma Carbotech AG werden unter ökologischen Gesichtspunkten Mehrweggetränkebecher für Grossveranstaltungen wie die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> empfohlen.»

«Die gleiche Empfehlung wird auch für den Ligabetrieb sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz und in Österreich sowie für sonstige Grossveranstaltungen wie das Public Viewing ausgesprochen.»

«Die Empfehlungen beruhen auf eindeutigen, signifikanten Ergebnissen, die zum einen durch die Sensitivitätsanalyse bestätigt wurden, zum anderen trotz eher konservativen Annahmen bezüglich der Mehrwegbecherszenarien deren deutliche Vorteile gegenüber allen Einwegbechersystemen aufzeigen.»

bestehen bleiben. **Diese Handlungsempfehlungen der Studie sind so robust, dass sie auch dann nicht umgestossen werden, wenn für die Ökobilanzrechnungen die Extremwerte des Parameter-Streubereichs benutzt werden.**

- Es sind die heutigen Gegebenheiten und Realitäten im untersuchten System, die zu diesem Ergebnis geführt haben. Es mag sein, dass zukünftige Verhältnisse zu anderen Resultaten führen und folglich die Handlungsempfehlungen dannzumal vielleicht anders ausfallen werden.
- Die Studie liefert eine praxistaugliche Antwort auf die Frage des Auftraggeber-Kollektivs (BMLFUW in Österreich und BAFU in der Schweiz), welche Gebinde für den Getränkeausschank an einer Grossveranstaltung wie der Fussball-Europameisterschaft UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> zu einer insgesamt geringeren Umweltbeanspruchung führen: Mehrweg-Becher.  
Die Studie stellt den Regierungs- und Verwaltungsstellen eine belastbare Datensammlung zur Verfügung, welche für die Begründung allfälliger legislativer Auflagen betr. zu verwendender Gebinde an Grossveranstaltungen dienen kann.
- Die Studie liefert eine praxistaugliche Handlungsempfehlung auch den Verantwortlichen derartiger Grossveranstaltungen bzgl. der Gebinde, welche sie aus Gründen der geringeren Umweltbeanspruchung für den Getränkeausschank bevorzugen sollen: Mehrweg-Becher.  
Die Studie stellt den Organisatoren eine belastbare Datensammlung zur Verfügung, welche für die weitere ökologische Verbesserung der Logistik dienen kann.

**Alles in allem genommen:**

**Der Auftrag, den die drei Ersteller vom Österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) sowie vom Schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) entgegengenommen haben, ist mit der Studie «Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Getränkeausschank an Veranstaltungen» vom 24. September 2008 gut erledigt worden.**

Der Gutachter:



**Paul W. Gilgen**

CH-8600 Dübendorf, 3. April 2009

## 12 Anhang

### 12.1 Literatur- und Quellenverzeichnis

- BAUER (2006): Umlaufzyklen von Mehrwegbechern: Eine Umfrage im Zoologischen Garten Basel zum privaten Gebrauch der Zolli-Mehrwegbecher (Januar-Februar 2006), Baudepartement des Kantons Basel-Stadt Amt für Umwelt und Energie, Abteilung Abwasser und Abfall, Basel Februar 2006
- BASF (2003): Ökoeffizienzanalyse Serviceverpackungen im Kantinenvergleich, Ludwigshafen 2003
- BÄTTIG (2002): Ökobilanz Einwegbecher – Mehrwegbecher, INFRAS, Zürich 2002
- BUSCH (2001): Environmental assessment of plastic cups, Environmental assessment of plastic cups, Environmental project no.625, Danish EPA, Copenhagen 2001
- DALMATINER (2007): Das österreichische Innenministerium (BM.I) zum Einsatz von Getränkebechern bei der EURO 2008, GD für öffentliche Sicherheit, Zentrum für Sportangelegenheiten (Projektbüro EURO 2008), schriftliche Mitteilung
- DEHOUST et al. (2002): Der Beitrag der thermischen Abfallbehandlung zu Klimaschutz, Luftreinhaltung und Ressourcenschonung, Öko-Institut e.V. für die ITAD, Darmstadt, 2002
- DEHOUST/SCHÜLER (2004): Review zur Ökobilanz „Bewertung von Szenarien der Bioabfallverwertung in Berlin“; Öko-Institut e.V. für die Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR), Darmstadt, 2004
- DEHOUST et al. (2005): Statusbericht zum Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potentiale; Studie des Öko-Instituts für das BMU, UBA, BDE und NABU, Darmstadt 2005
- DINKEL (2001): Ökologische Beurteilung verschiedener Geschirrtypen mit Empfehlungen – Update, Basel Oktober 2001
- DINKEL (2004): Ökologischer Vergleich: Einweg – Mehrwegbecher, Carbotech, Basel, 2004
- DINKEL (2005): Ökologisch orientierte Geschirrwahl, im Auftrag von Swiss Olympic, CARBOTECH, Basel, August 2005
- EBNER und GUPFINGER (2007): Ökologisierung von Veranstaltungen, Wien, Feber 2007
- ERZ (2006): Verwertung der biogenen Abfälle in der Stadt Zürich, Bericht mit besonderer Berücksichtigung der biogenen Abfälle aus Haushalten, ERZ Entsorgung + Recycling Zürich, Hagenholzstrasse 110, Postfach, 8050 Zürich



FRITSCHKE et al. (2000): GEMIS 4.0 Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme. Umwelt- und Kostenanalyse von Energie-, Transport- und Stoffsystemen, Öko-Institut e.V. für das Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Darmstadt/Berlin, 2000

FRITSCHKE et al. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Öko-Institut e.V u.a. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Darmstadt, 2004

FRITSCHKE/RAUSCH (2003): Anwendung und Kommunikation des kumulierten Energieaufwands als praktikabler Entscheidungsindikator für nachhaltige Produkte und Dienstleistungen hinsichtlich Reduzierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs (KEA II). Öko-Institut e.V. für das Umweltbundesamt, Darmstadt 2003

FRISCHKNECHT R., R. STEINER, N. JUNGBLUTH (2006): Methode der ökologischen Knappheit Ökofaktoren 2006, BAFU und ÖBU, 2006

GOEDKOOPE M.J und SPRIENSMA, R.S (1999): The Eco-indicator 99, Methodology report, A damage oriented LCIA Method; VROM Report -----, Den Haag, 1999 Methode Eco-indicator99

GUINÉE J. B., GORRÉE M., HEIJUNGS R., HUPPES G., KLEIJN R., DE KONING A., VAN OERS L., WEGENER SLEESWIJK A., SUH S., UDO DE HAES H. A., DE BRUIJN H., VAN DUIN R., HUIJBREGTS M. A. J., LINDEIJER E., ROORDA A. A. H. & WEIDEMA B. P., (2001): Life cycle assessment - An operational guide to the ISO standards. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM) and Centre of Environmental Science (CML), Den Haag and Leiden, Netherlands

HACKEL (2004): Innovatives Mehrwegsystem im Kino, ausgewählt im Rahmen der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“, Wien 2004

HAUER (1993): Wiener Filmfestival 1993: Einsatz von Mehrweggeschirr, Auswirkungen und Akzeptanz, Wien, August 1993

HAUSCHILD M & WENZEL H. (1998): Environmental Assessment of Products: Scientific background., Chapman&Hall, London, 565 p.

HOCKING (1994): Summary of "Reusable and Disposable Cups: An Energy-Based Evaluation"; Environmental Management 18(6), 1994, pp.889-899, 1994

IPCC, 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. In: Houghton, J. T. et al. (eds.), Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, The Edinburgh, Building Shaftesbury Road, Cambridge, UK.

JOLLIET OLIVIER, et al., Impact 2002+ : A new life cycle impact assessment methodology, J. of LCA 8 (6) 324 – 330 (2003)

MATHIES (2007): Public Viewing während der Fußball-Weltmeisterschaften 2006 in Deutschland bei der Enquete „EURO 2008 Public Viewing - Das ganze Land wird Stadion“, Direktor des Landesamtes für Zentrale Polizeiliche Dienste Nordrhein-Westfalen: am 28. August 2007, Hotel Modul Peter-Jordan-Strasse 78, 1190 Wien

ÖKO-INSTITUT (2007): Methodenentwicklung für die ökologische Bewertung der Entsorgung gefährlicher Abfälle unter und über Tage und Anwendung auf ausgewählte Abfälle, BMBF-Forschungsvorhaben, Darmstadt 2007

OBERSTEINER und SCHNEIDER (2006): Analyse des Tests von Bechern aus nachwachsenden Rohstoffen im Tiergarten Schönbrunn, Wien, August 2006

PIRINGER T., FISCHER T.: Kreislaufwirtschaft mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen. Voraussetzungen und Strategien. I.A. des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie [Hrsg.]; Berichte aus Energie- und Umweltforschung 14/2003; Wien, 2003

ROSENTHAL (2006): WM-Nachlese: Wie ist es gelaufen? Welche Erkenntnisse gibt es für zukünftige Großveranstaltungen! 29.-30. 08.2006 in Frankfurt/M.

SCHNEIDER (2005): WieNaWARO - Beschreibung und praxisingerechte Planung von Umsetzungsprojekten zum Einsatz von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, April 2005

SCHWAGER (2006): Energie aus Abfall – Beitrag zum Klimaschutz, Situation in der Schweiz; Workshop Umweltbundesamt, Berlin, November 2006

STAHL (2007): Green Goal - Das Umweltkonzept zur FIFA WM 2006 - Legacy Report, Herausgeber: Horst R. Schmidt, Organisationskomitee FIFA Fussball-Weltmeisterschaft 2006, Frankfurt/ Main und Gertrud Sahler Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin, Autoren des Öko-Instituts: Dr. Hartmut Stahl, Christian Hochfeld, Martin Schmied, Ralph O. Harthan, Martin Games, Regine Barth, Dr. Matthias Buchert, Veit Bürger, Günter Dehoust, Jan Ferenz, Kirsten Havers, Marion Schäfer, Beate Schmitt, Angelika Spieth-Achtnich, Christof Timpe, Jutta Ungemach, Kristina Vesper

UBA 1999: Bewertung in Ökobilanzen – Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043, Version ,99; Berlin 1999

UBA (2006a): Schwermetalleinträge der Flussgebiete Deutschlands,

[http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/ow\\_s5\\_3.htm](http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/ow_s5_3.htm), August 2006

UBA (2006b): <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/tba.htm>

VERCALSTEREN and SPIRINCKX (2006a): Life Cycle Assessment of 4 types of drinking cups used on events, Flemish Institute for Technological Research (VITO), Integral Environmental Studies and Public Waste Agency for the Flemish Region (OVAM), Belgium, February 2006

VERCALSTEREN and SPIRINCKX (2006b): Eco-Efficiency Analysis of 4 types of drinking cups used on events, Flemish Institute for Technological Research (VITO), Integral Environmental Studies and Public Waste Agency for the Flemish Region (OVAM), Belgium, February 2006

VINK (2002): Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production, November 2002

VINK (2003): The Sustainability of NatureWorks™ Polylactide Polymers and Ingeo™ Polylactide Fibers: an Update of the Future Initiated by the 1st International Conference on Bio-based Polymers (ICBP 2003), November 12–14 2003, Saitama, Japan, 2003

VINK (2007a): Executive Summary of the Comparative LCA of 4 types of drinking cups used at events; Eco-efficiency analysis of 4 types of drinking cups used at events January 2007

VINK (2007b): Comparative LCA of Four Types of Drinking Cups used at event venues, OVAM, Mechelen, Belgium, January 2007

VINK (2007c): Benchmarking NatureWorks® Polylactide Polymers with traditional polymers using Gross Energy Use and Climate Change as indicators, 2007

WOLF (2005): Entwurf eines Abfallvermeidungskonzeptes für die FIFA WM 2006 in Leipzig (Diplomarbeit an der FH Merseburg), Merseburg, September 2005

## 12.2 Abkürzungen und Glossar

**BELLAND®Material:** Chemisch basiert BELLAND®Material auf einem Co-Polymer aus Styrol- und Acrylatmonomeren. Die Anwendungseigenschaften sind vergleichbar mit Polystyrol.

**Closed-Loop-Recycling:** Art der Wiederverwertung, erneuter Einsatz von Stoffen und Produkten in den gleichen Produktionsprozess unter Formaflösung und -veränderung. (Altglas bei Glasherstellung, Metall bei der Metallherstellung)

**EDIP:**Environmental Assessment of Products: Scientific background. Chapman&Hall, London, 565 p., Hauschild M &. Wenzel H., 1998

**Eutrophierung oder Überdüngung:** Veränderung des Nährstoffgleichgewichtes in Boden und Wasser: Methode EDIP

**EW:** Einweg

**Flächennutzung:** Einfluss auf die Biodiversität durch die Flächennutzung und deren Veränderung. Die Berechnung erfolgt auf der Basis der Methode Eco-indicator99 (GOEDKOOOP, 1999).

**Gebrauchszyklen:** Totale Anzahl der Verwendungen eines Mehrwegbechers über seinen gesamten Lebenslauf. Er entspricht der Systembetrachtung der Ökobilanz. Die Gebrauchszyklen beinhalten sowohl den Gebrauch an Veranstaltung wie auch zu Hause.

**GWP:** Global Warming Potential, Treibhauspotential: Einfluss auf das Klima und Beitrag zur Erwärmung des Klimas auf Grund von Gasen wie z.B. CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas gemäß IPCC 2001.

**Heimnutzung:** Mehrweggetränkebecher können von der Benutzerin bzw. Benutzer auch mit nach Hause genommen werden. Sie verzichten auf den Pfanderlös und können den Becher einer weiteren Nutzung zuführen. Damit können Mehrweggetränkebecher andere Getränkebecher – Mehrweg als auch Einweg – ersetzen, aber auch andere Gegenstände wie bspw. Souvenirs.

**KME oder KEA:** Kumulierter Energieaufwand: Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen wie z.B. Erdöl oder Erdgas.

**KVA:** Kehrichtverbrennungsanlage

**MVA:** Müllverbrennungsanlage

**MW:** Mehrweg

**Ökotoxizität:** Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen durch die Emission von Stoffen: Methode EDIP

**Open-Loop-Recycling:** Art der Wiederverwertung, Einsatz von Stoffen und Produkten in neue Produktionsprozesse und deren Umwandlung in andere, neue Werkstoffe resp. Produkte (Kartonage aus Altpapier, Flüssigbrennstoff aus Kunststoffabfall durch Pyrolyse).

**Ozonbildungspotential:** Beitrag zur Bildung von Ozon (Sommersmog) infolge der Emission von Stoffen wie z.B. organische Lösungsmittel und Stickoxiden (NO<sub>x</sub>): Methode EDIP, Hauschild/ Wenzel, 1998.

**PET:** Polyethylenterephthalat (Polyester)

**PLA:** Polylacticacid: Biologisch abbaubarer Werkstoff auf der Basis von Stärke. Dieser wird heute aus Mais gewonnen und kann mit konventionellen Verfahren der Kunststoffverarbeitung verarbeitet werden.

**PP:** Polypropylen

**PS:** Polystyrol

**Säurebildungspotential:** Beitrag zur Versauerung von Böden und Gewässern zum Beispiel durch Stickoxide und Schwefeldioxid: Methode EDIP

**Umlaufzyklus/Systemzyklen:** Anzahl Verwendungen eines Mehrwegbechers in einem bestimmten System, z.B. dem Mehrwegsystems eines Caterers in einem Stadion.

**Toxizität für den Menschen (Humantoxizität):** Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit: Methode CML, 2001

**UBP:** Umweltbelastungspunkte

**WM:** Weltmeisterschaft

## 12.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Veröffentlichte Publikationen zum Systemvergleich von Bechersystemen .....	16
Tabelle 2: Verwendete Bechersysteme und Bechermaterialien .....	22
Tabelle 3: Beispiele zur Österreichischen Gesetzeslage bzgl. Veranstaltungen .....	25
Tabelle 4: Gewichtsangaben zu den untersuchten Ein- und Mehrwegbechern (* Angabe des Herstellers, ** Ergebnis einer Wägung von PLA-Bechern) .....	38
Tabelle 5: Transportentfernungen .....	41
Tabelle 6: Ableitung der Umlaufhäufigkeit aus Praxisdaten deutscher Bundesligastadien.....	43
Tabelle 7: Abschätzungen der Begleitgruppe zur Nutzung mitgenommener Mehrwegbecher	47
Tabelle 8: Ermittlung der ökologischen Prioritäten nach der UBA-Methode .....	73
Tabelle 9: Hierarchisierung der Ökobilanzergebnisse für die EURO in der Schweiz und in Österreich .....	74
Tabelle 10: Anzahl Umlaufzyklen der Mehrwegbecher, die notwendig sind, um dieselben Auswirkungen wie die entsprechenden Einwegbecher zu verursachen. *: höhere Werte gelten, falls die Becher stofflich verwertet werden, **: höhere Werte gelten bei einer Entsorgung in der MVA/KVA .....	79
Tabelle 11: Hierarchisierung der Ökobilanzergebnisse für den Ligabetrieb in Deutschland .....	85

## 12.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode UBP 2006 mit Angabe der Fehlerbandbreiten.....	9
Abbildung 2:	Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode Eco-indicator 99 HA mit Angabe der Fehlerbandbreiten .....	9
Abbildung 3:	Auswirkungen auf das Klima der verschiedenen Getränkebecher mit Angabe der Fehlerbandbreiten .....	10
Abbildung 4:	Sensitivitätsbetrachtung der Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode UBP 2006 mit Angabe der Fehlerbandbreiten .....	11
Abbildung 5:	Sensitivitätsbetrachtung der Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode Eco-indicator 99 HA mit Angabe der Fehlerbandbreiten .....	11
Abbildung 6:	Bestandteile einer Ökobilanz (aus DIN EN ISO 14040) .....	30
Abbildung 7:	Beispiel eines Produktsystems für eine Ökobilanz (aus DIN EN ISO14040)....	31
Abbildung 8:	Ökobilanz – Lebenszyklusanalyse: Erfassung und Bewertung von Emissionen, Energie- und Betriebsmittelverbrauch über den gesamten Lebensweg .....	31
Abbildung 9:	Recyclingkreisläufe mit geschlossenem (closed loop) bzw. offenem Kreislauf (open loop) im Vergleich zur Wiederverwendung gebrauchter Becher .....	33
Abbildung 10:	Spielstädte der EURO 2008 mit Angaben zu der Anzahl der Spiele und zum maximalen Fassungsvermögen der Stadien.....	35
Abbildung 11:	Grundschemata für Einwegszenarien, wobei unter energetischer Verwertung eine energetische Nutzung bzw. Abwärmenutzung verstanden wird. ....	47
Abbildung 12:	Standardszenarien: PS bzw. PET in MVA/KVA (Abwärmenutzung in Müll- bzw. Kehrlichtverbrennungsanlage).....	48
Abbildung 13:	Sensitivitäten: PS bzw. PET stoffliche Verwertung (Recycling, sofern vorhanden – offener Kreislauf) .....	49
Abbildung 14:	Standardszenario: Karton (Entsorgung in Kehrlichts- bzw. Müllverbrennungsanlage) .....	50
Abbildung 15:	Standardszenario: PLA in MVA/KVA (Entsorgung in Kehrlicht- bzw. Müllverbrennungsanlage) .....	50
Abbildung 16:	Sensitivität: PLA mit Kompostierung.....	51
Abbildung 17:	Standardszenario: BELLAND@Material (Herstellung aus Neumaterial, Zwischenlagerung der gesammelten Becher).....	52
Abbildung 18:	Sensitivität: BELLAND@Material 50% (Herstellung mit 50% Neumaterial und 50% Rezyklat) .....	53
Abbildung 19:	Grundschemata der Mehrwegszenarien, wobei unter energetischer Verwertung eine energetische Nutzung bzw. Abwärmenutzung verstanden wird. ....	54
Abbildung 20:	Mehrwegszenario PP EURO mit Branding (Souvenir) .....	55
Abbildung 21:	Mehrwegszenario PP EURO mit Branding (Experten) .....	56
Abbildung 22:	Mehrwegszenario PP EURO ohne Branding gewerbliche Nachnutzung nach der EURO.....	57
Abbildung 23:	Sensitivität Mehrwegszenario PP Ligabetriebe AUT/CH.....	57
Abbildung 24:	Kriterien zur Beschreibung der Auswirkungen von Emissionen, Energie- und Betriebsmittelverbrauch.....	61
Abbildung 25:	Gegenüberstellung der Endergebnisse nach der Bewertungsmethode UBP 2006 mit Angabe der Fehlerbandbreiten .....	65
Abbildung 26:	Umweltauswirkungen der verschiedenen Getränkebecher bewertet mit der Methode Eco-indicator99 HA mit Angabe der Fehlerbandbreiten .....	66



Abbildung 27:	Detailanalyse der Ergebnisse EURO mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode UBP 2006.....	67
Abbildung 28:	Detailanalyse der Ergebnisse mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode Eco-indicator 99.....	68
Abbildung 29:	Zusammenfassende Darstellung der Ökobilanzergebnisse für die EURO in der Schweiz und in Österreich .....	75
Abbildung 30:	Auswirkungen auf das Klima der verschiedenen Getränkebecher mit Angabe der Fehlerbandbreiten.....	76
Abbildung 31:	Detailanalyse der Ergebnisse EURO mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für das GWP.....	76
Abbildung 32:	Ergebnisse der verschiedenen EURO Varianten für KEA mit Angaben der Unsicherheiten.....	77
Abbildung 33:	Detailanalyse der Ergebnisse EURO mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für KEA.....	78
Abbildung 34:	Sensitivitätsbetrachtungen EURO für UBP 2006: BELLAND@Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung 80%. .....	81
Abbildung 35:	Sensitivitätsbetrachtungen für GWP: BELLAND@Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung 80%... ..	82
Abbildung 36:	Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode UBP 2006.....	84
Abbildung 37:	Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen nach der Bewertungsmethode Eco-indicator 99	84
Abbildung 38:	Zusammenfassende Darstellung der Ökobilanzergebnisse für den deutschen Ligabetrieb und das Public Viewing .....	86
Abbildung 39:	Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für das GWP.....	87
Abbildung 40:	Detailanalyse der Ergebnisse Ligabetrieb und Public Viewing mit Angaben zu den verschiedenen Prozessen für KEA.....	87
Abbildung 41:	Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für UBP 2006: BELLAND@Material zu 50 % Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung 80%, alle MW-Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb unbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimnutzung.....	88
Abbildung 42:	Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für GWP: BELLAND@Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung, alle MW-Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb unbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimnutzung.....	89
Abbildung 43:	Sensitivitätsbetrachtungen „EURO “ für Eco-indicator 99: BELLAND@Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung .....	118
Abbildung 44:	Sensitivitätsbetrachtungen „EURO “ für KEA: BELLAND@Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung .....	118
Abbildung 45:	Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für Eco-indicator 99: BELLAND@Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO <sub>2</sub> -Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung, alle MW Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb unbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimnutzung.....	119



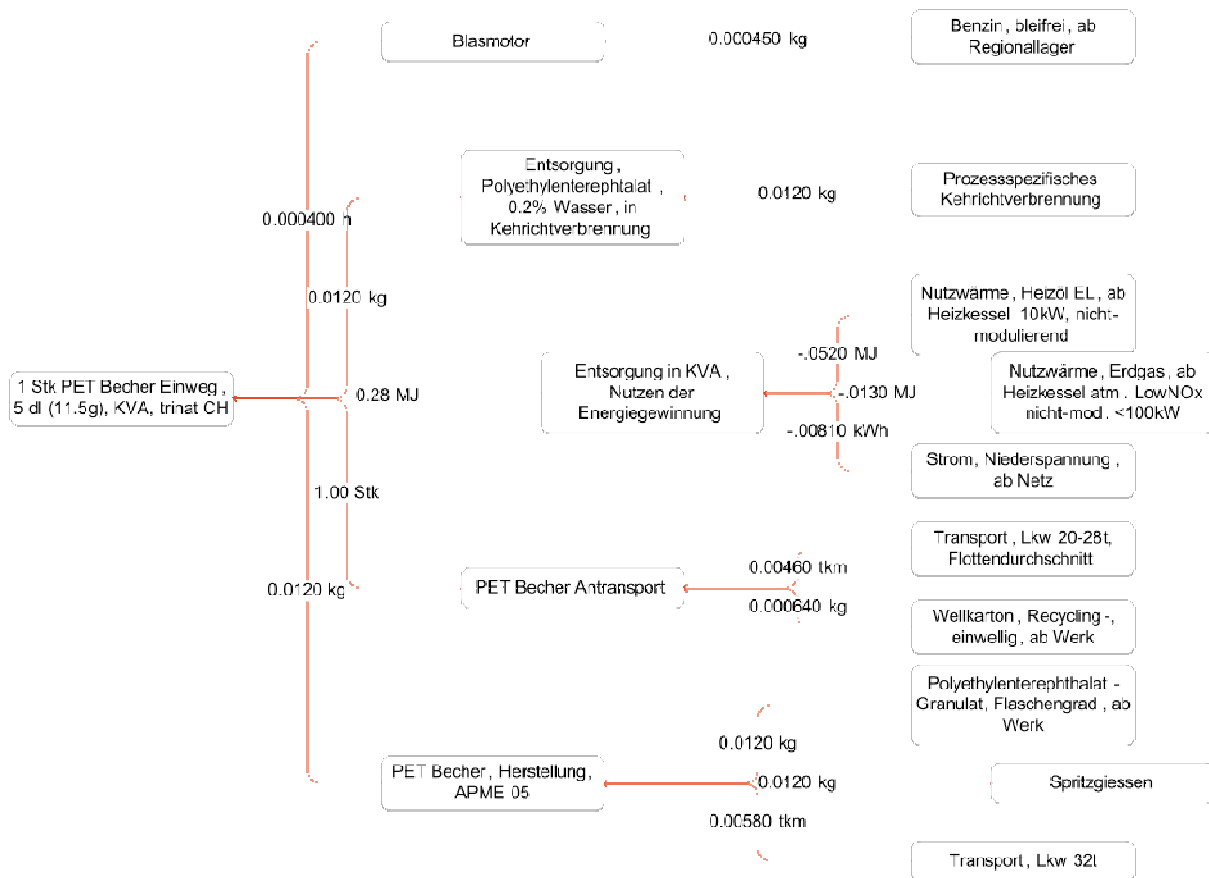
Abbildung 46: Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für KEA:  
BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-  
Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung, alle MW Szenarien waschen mit  
Ökostrom, Ligabetrieb enbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der  
Heimnutzung..... 119

## 12.5 Flussdiagramme der untersuchten Szenarien

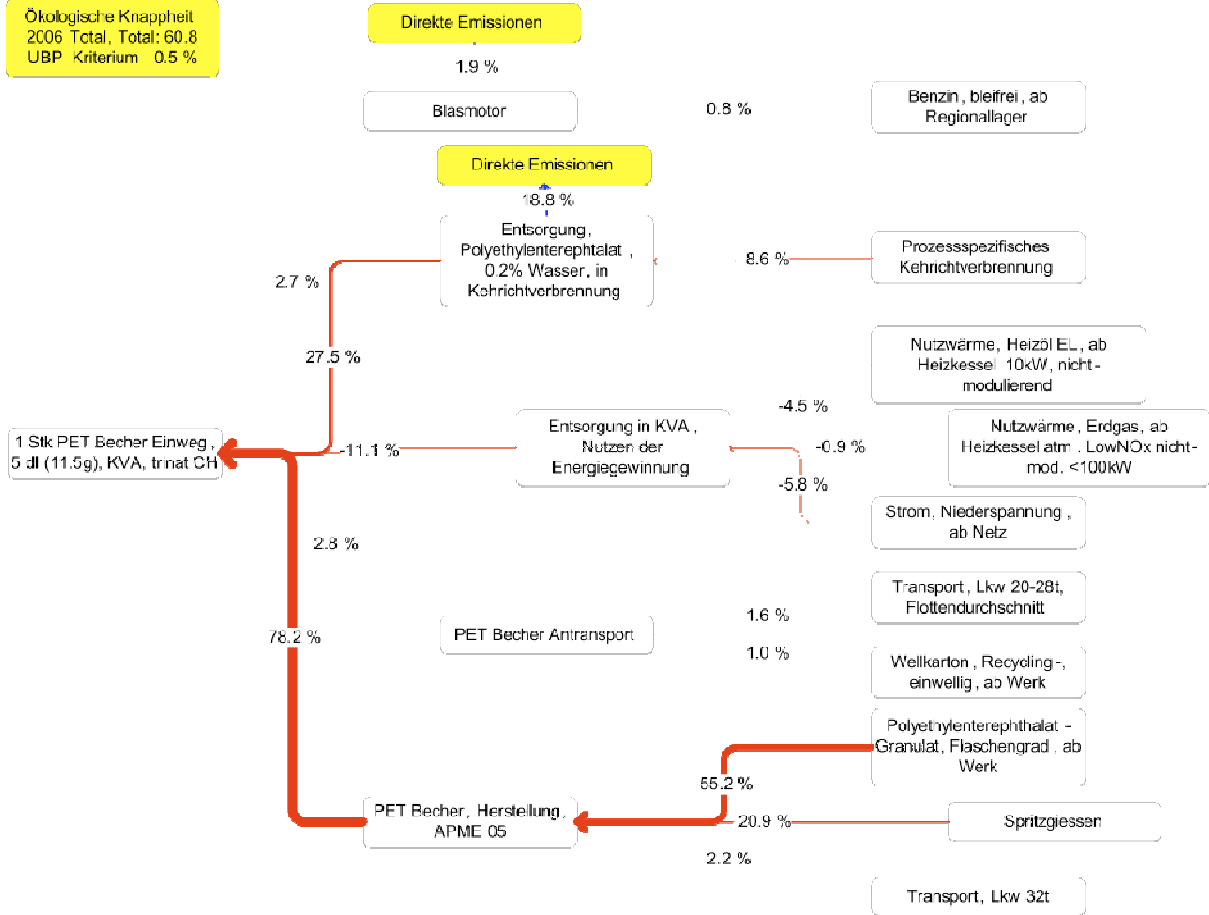
Zu den wichtigsten Szenarien sind jeweils zwei Flussdiagramme aufgeführt. Zunächst die bedeutenden Massen- und Energieflüsse inkl. Zeit und Entfernungsangaben, danach die %Anteile am UBP.

### 12.5.1 Einwegszzenarien

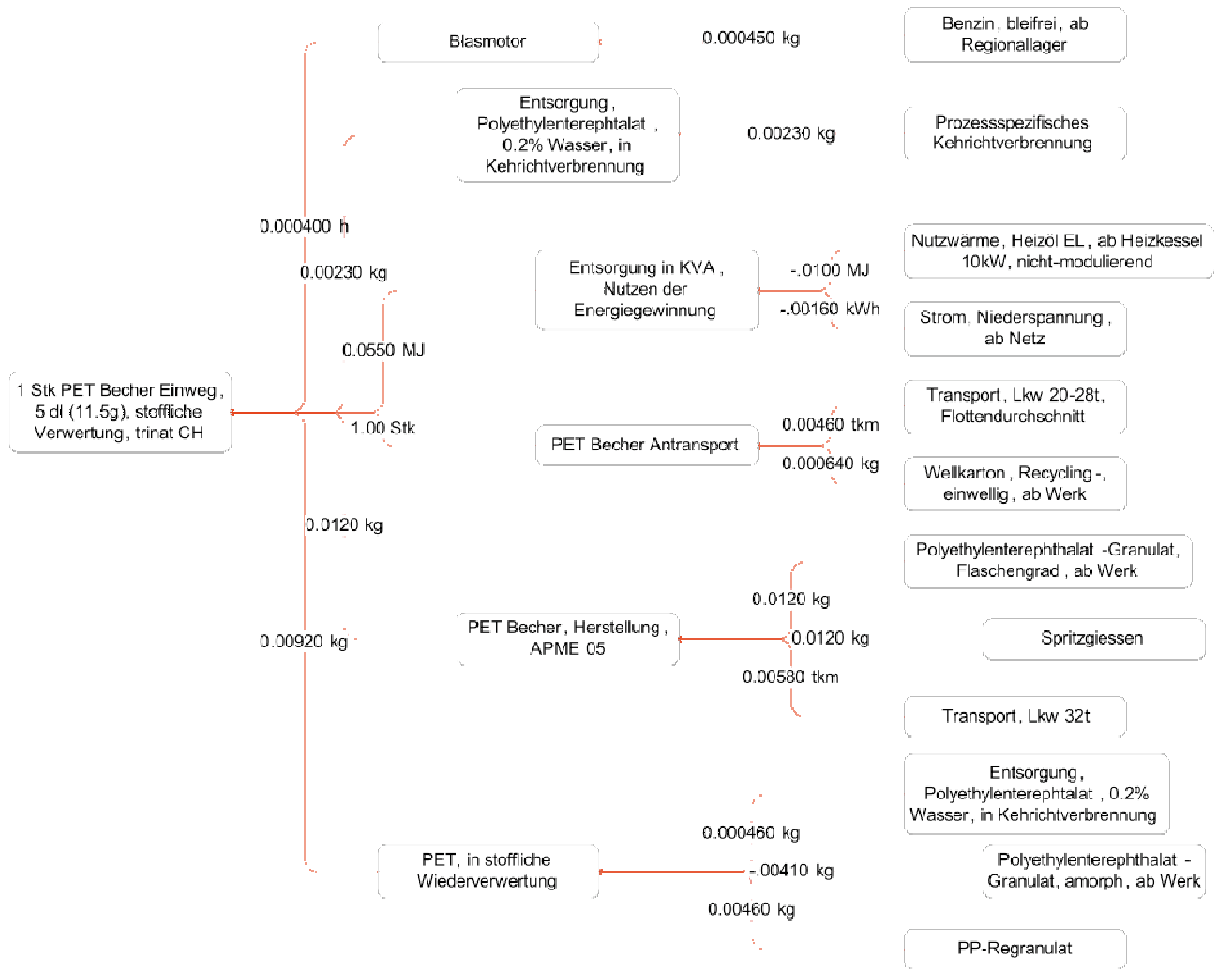
#### 12.5.1.1 PET Becher MVA/KVA



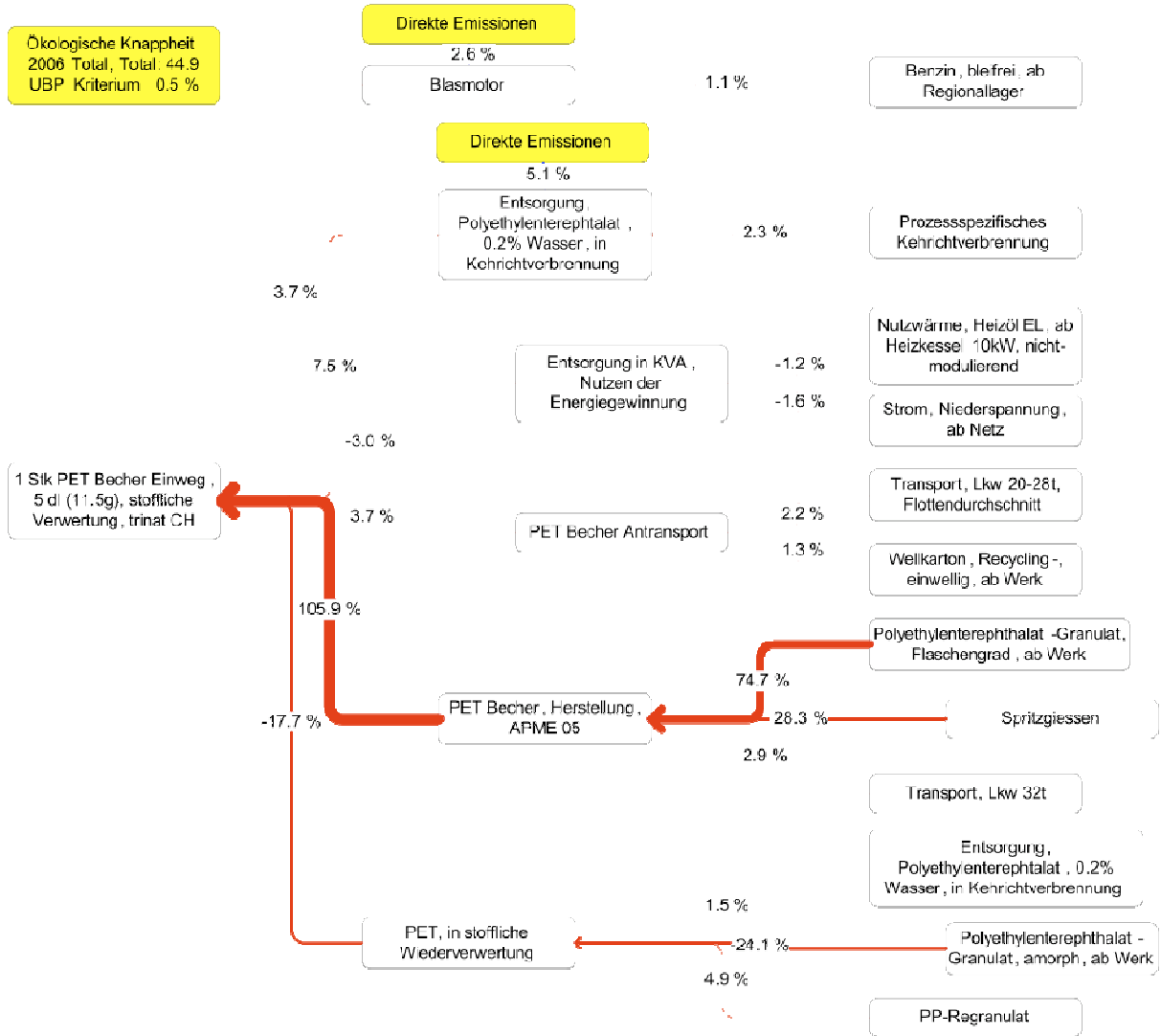
Ökologische Knappheit  
2006 Total, Total: 60.8  
UBP Kriterium 0.5 %



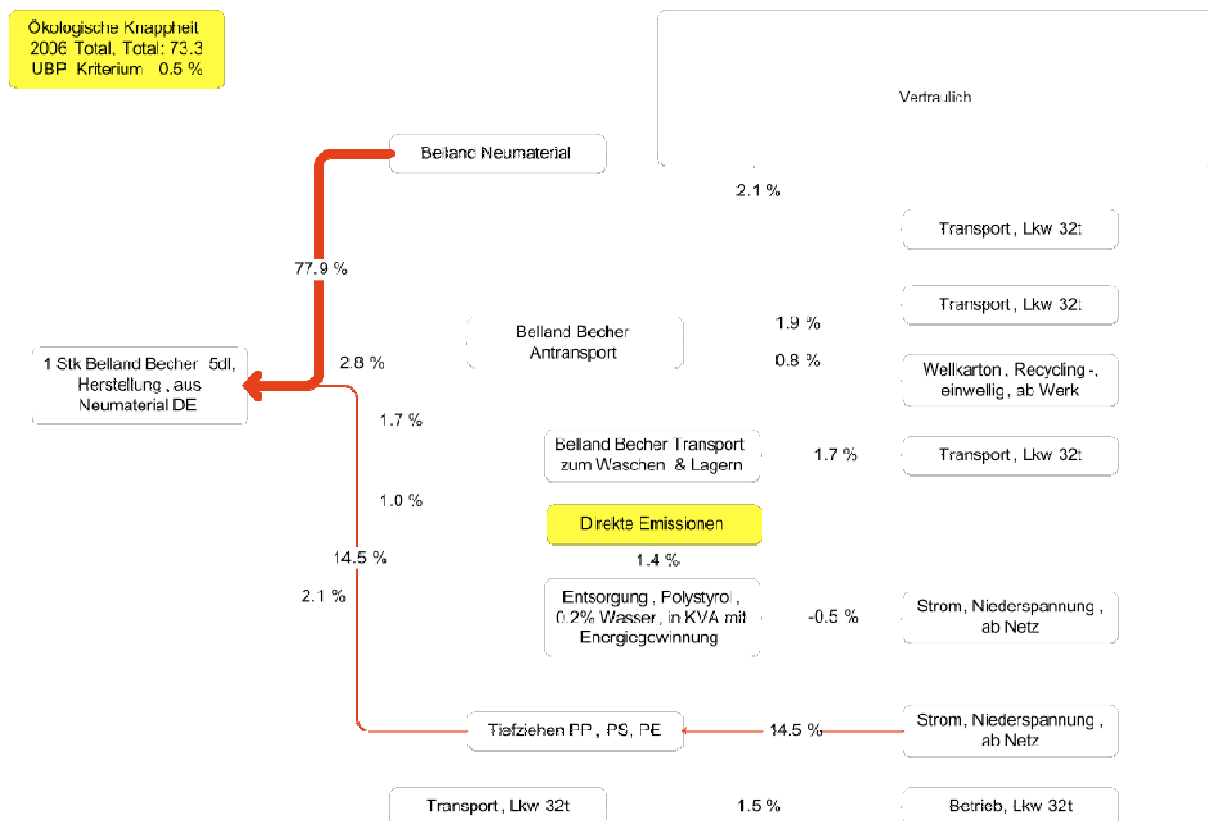
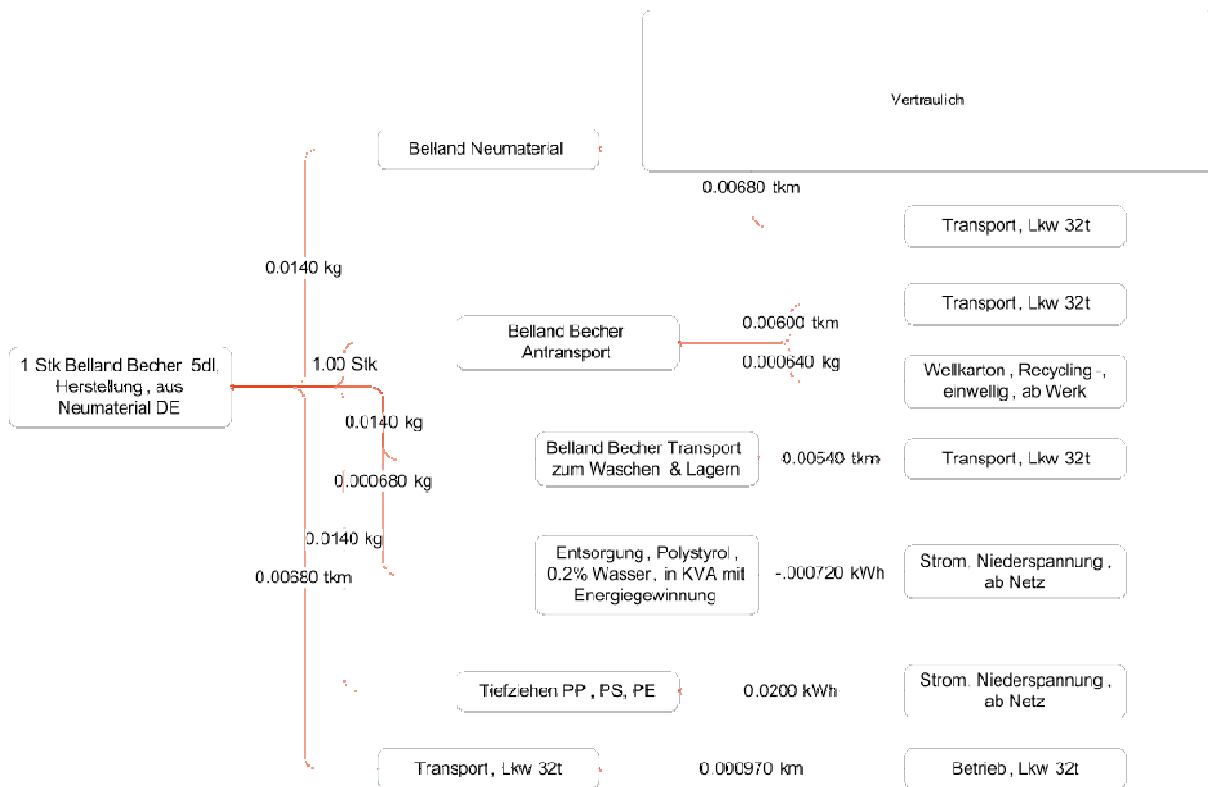
### 12.5.1.2 PET Becher mit stofflicher Verwertung



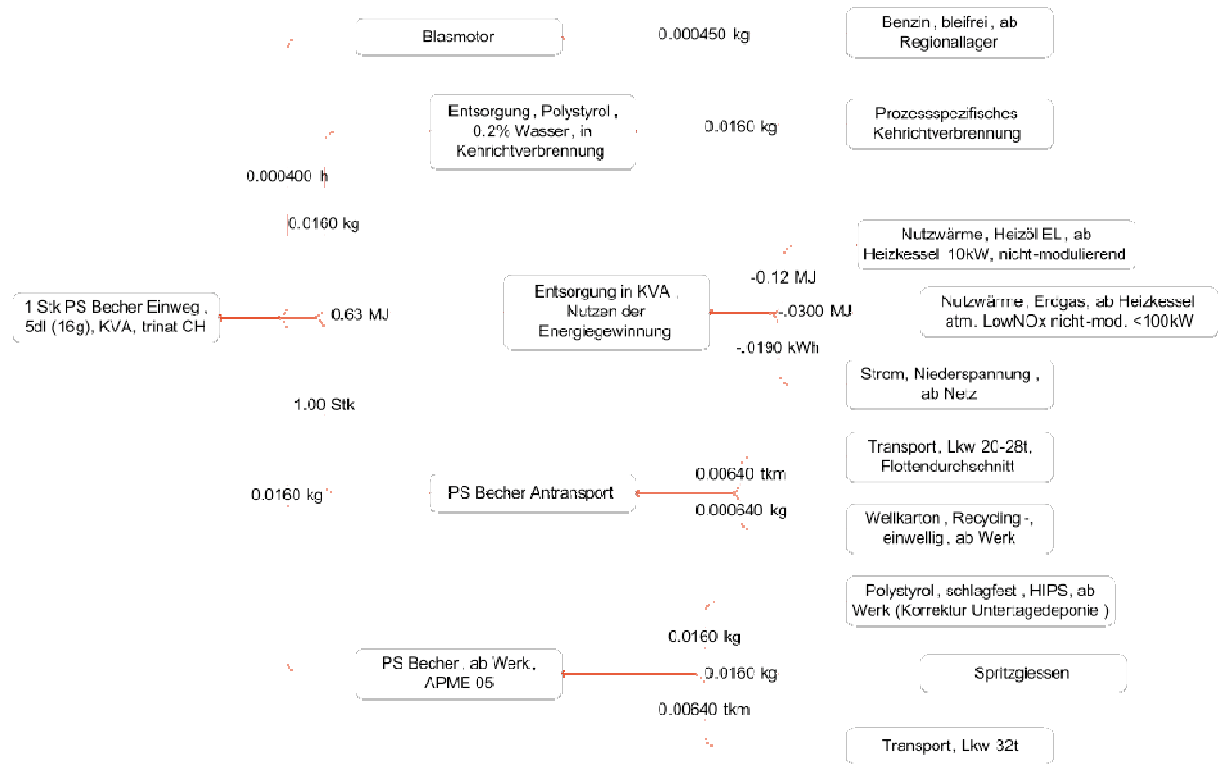
Ökologische Knappheit  
2006 Total, Total: 44.9  
UBP Kriterium: 0.5 %



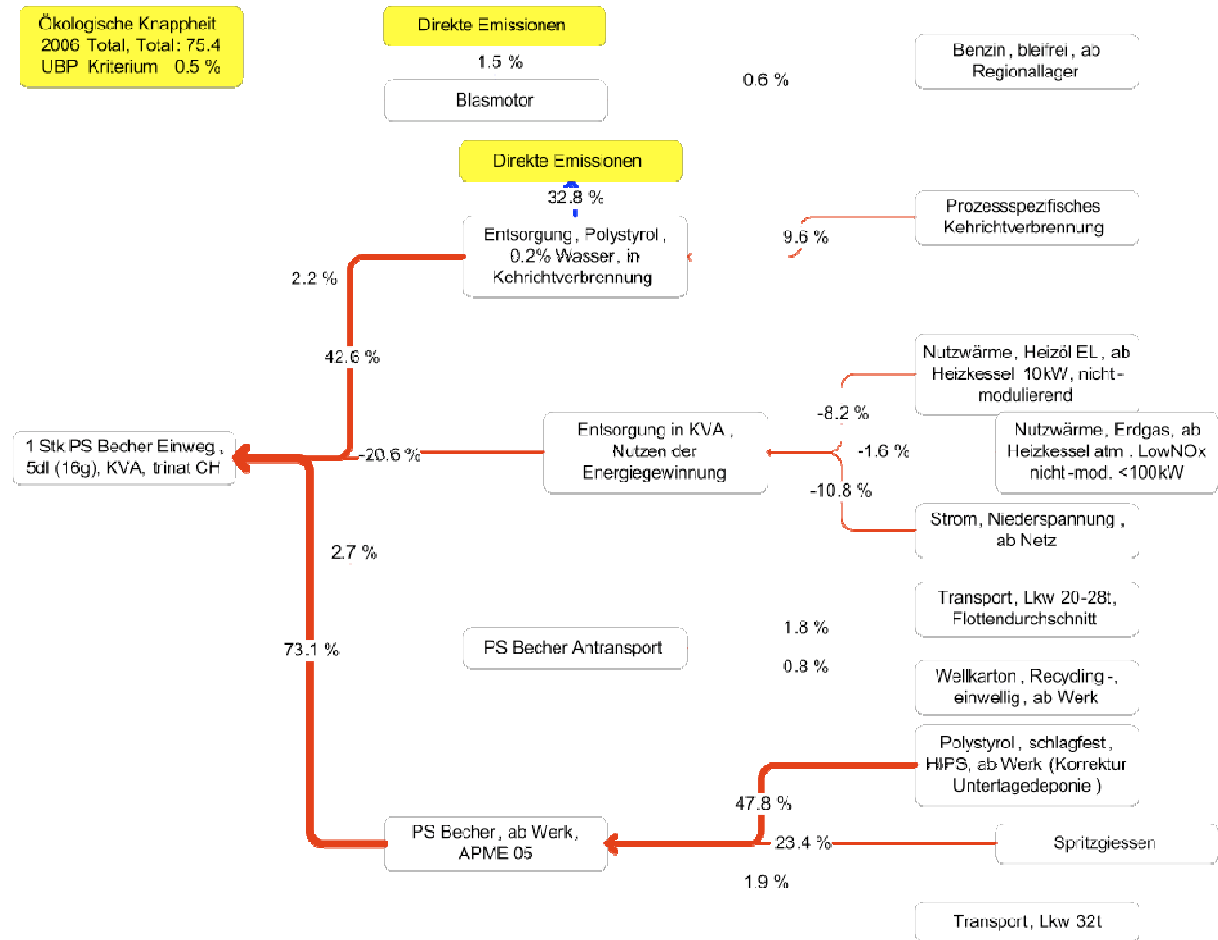
### 12.5.1.3 BELLAND®Material Becher 0% Wiederverwertung



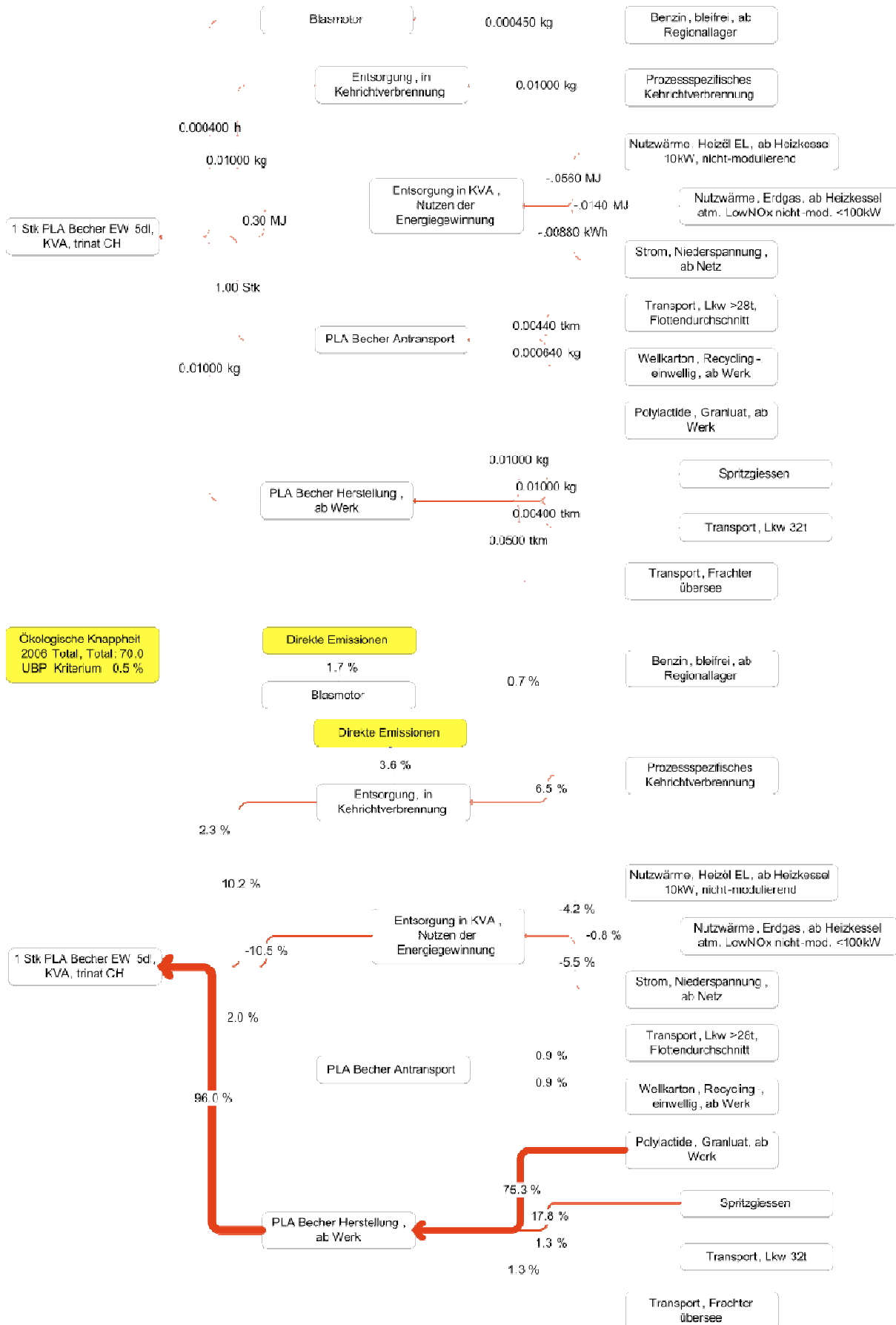
### 12.5.1.4 PS Becher



Ökologische Knappheit  
2006 Total, Total: 75.4  
UBP Kriterium 0.5 %

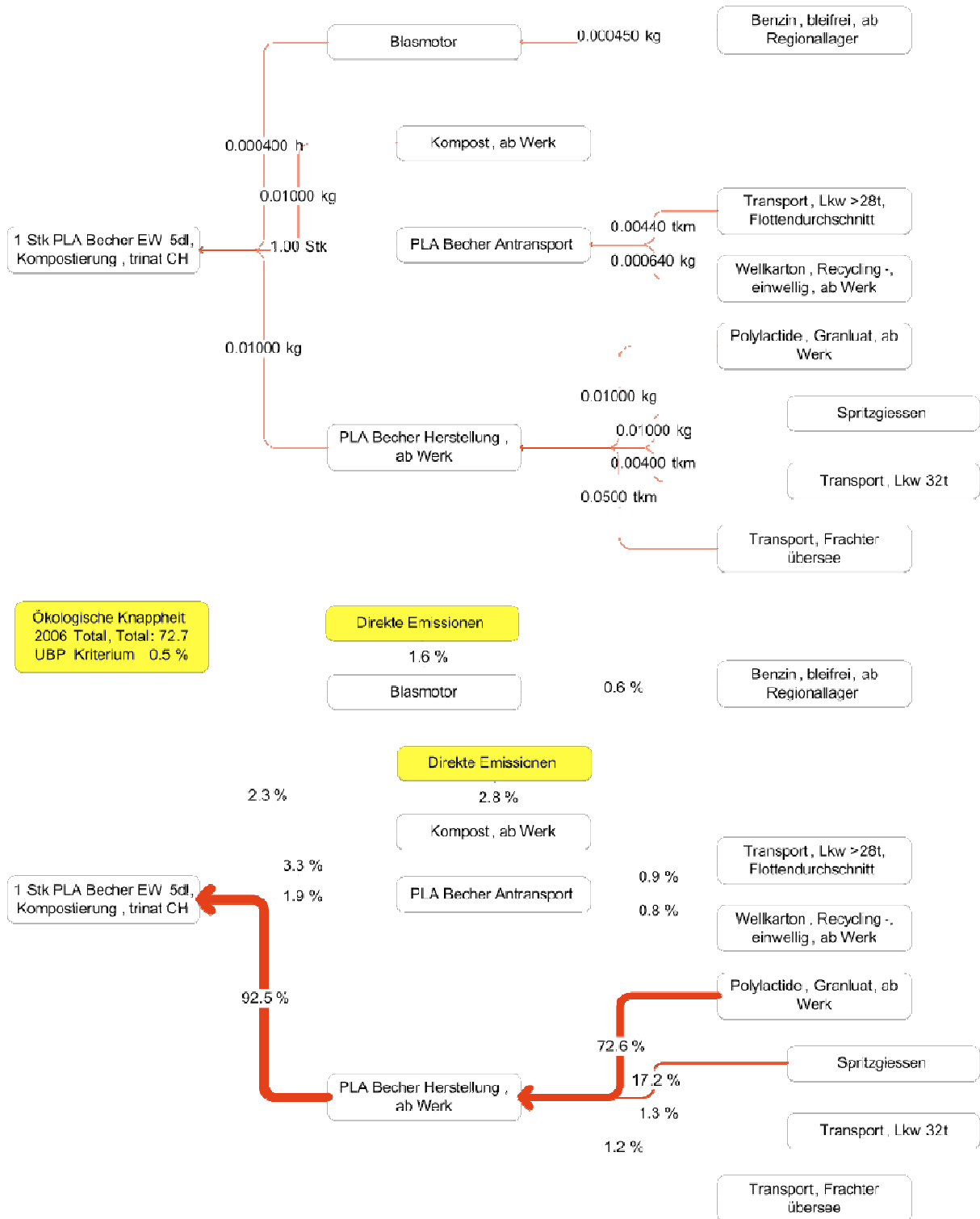


### 12.5.1.5 PLA Becher in MVA/KVA



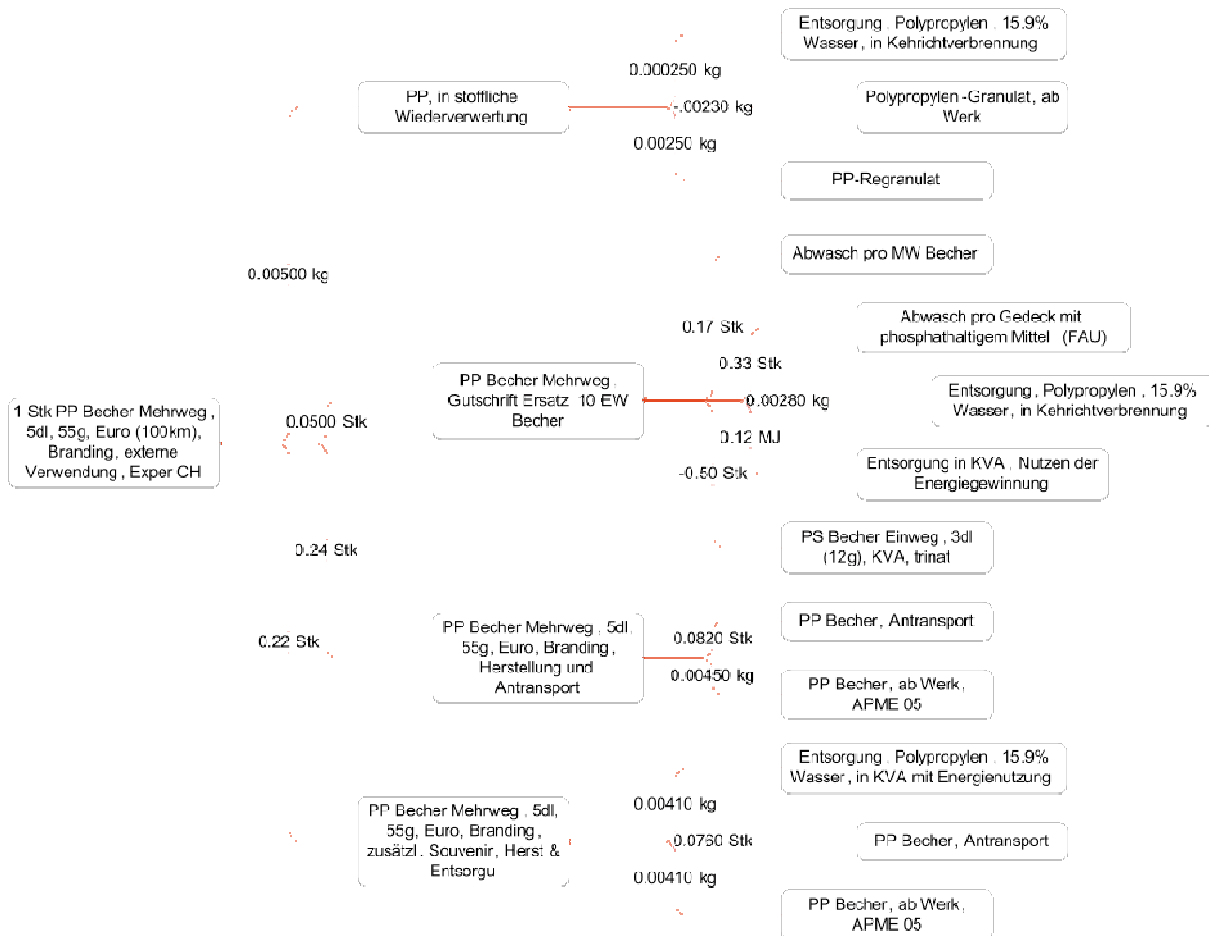


### 12.5.1.6 PLA Becher in Kompostierung

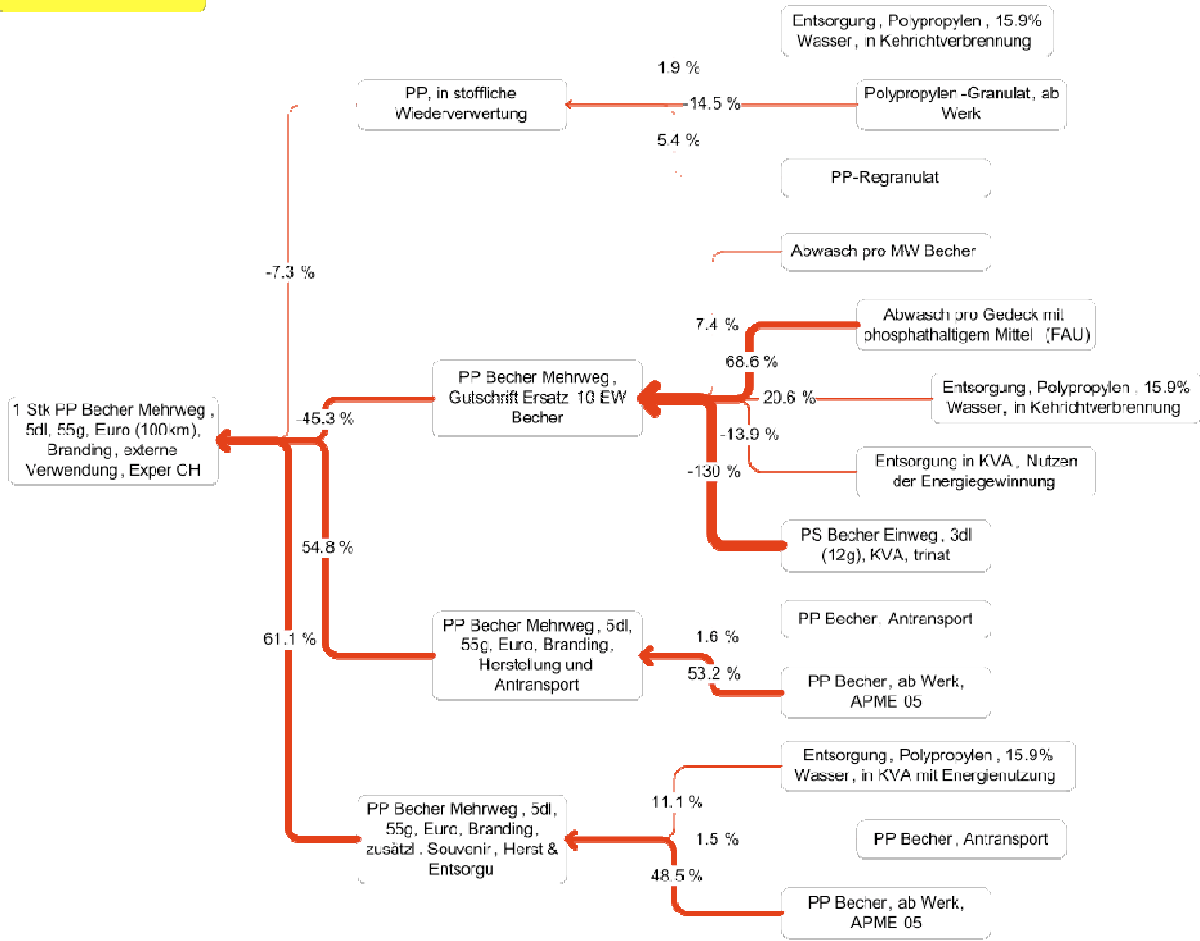


## 12.5.2 Mehrwegbecher-Szenarien

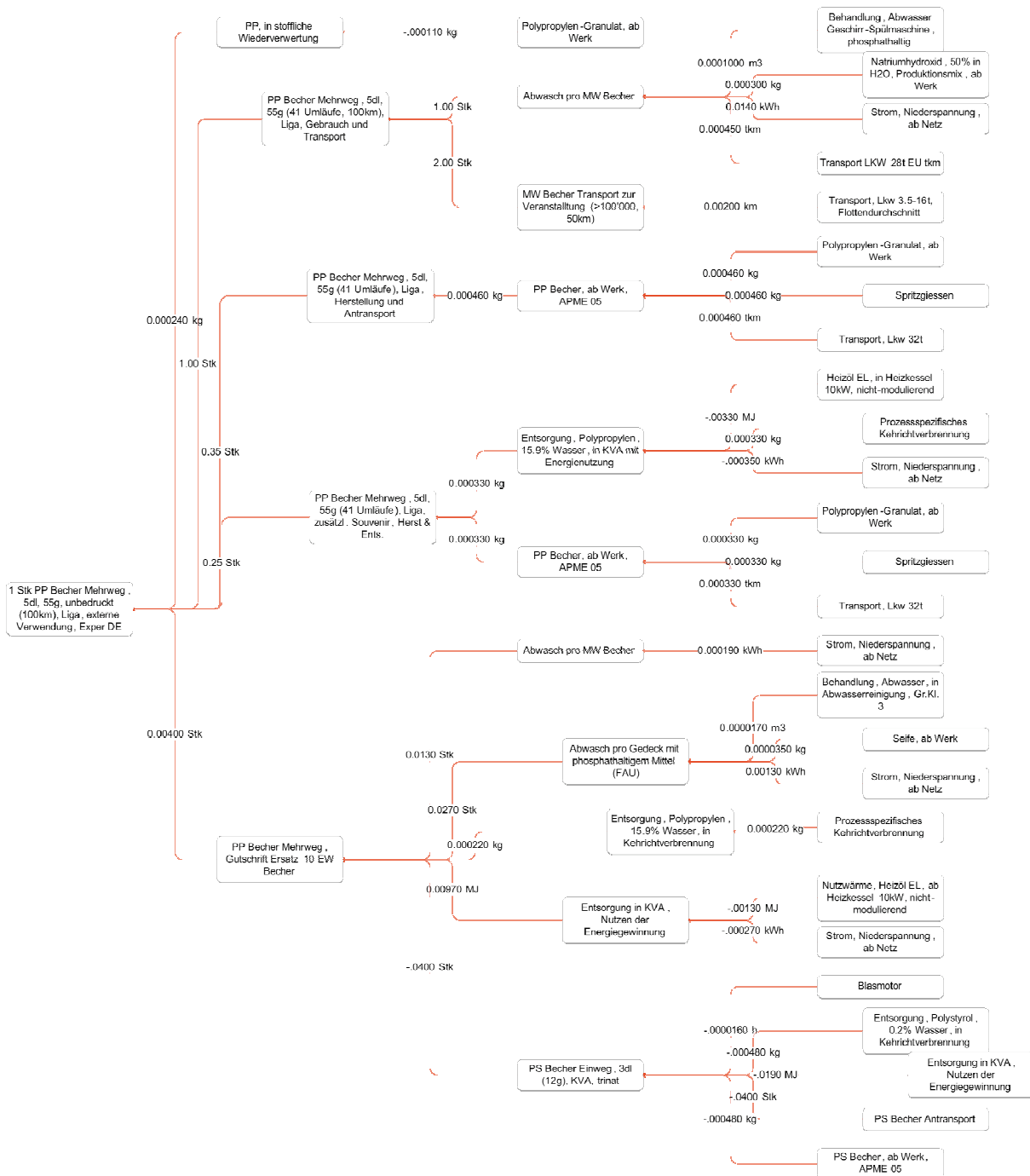
### 12.5.2.1 MW-Becher EURO mit Branding, ExpertInnenpanel

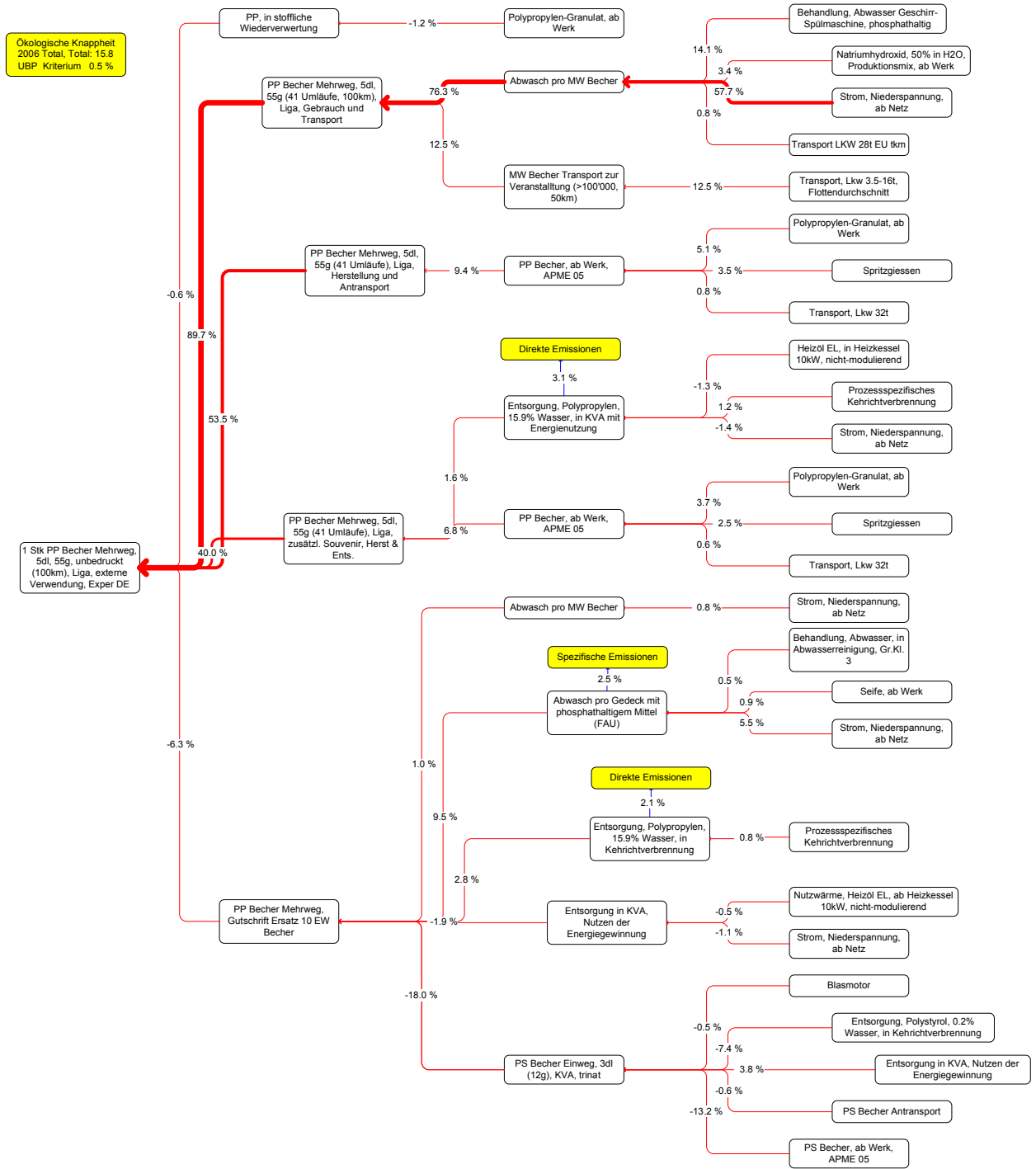


Ökologische Knappheit  
2006 Total, Total: 22.5  
UBP Kriterium: 0.4 %

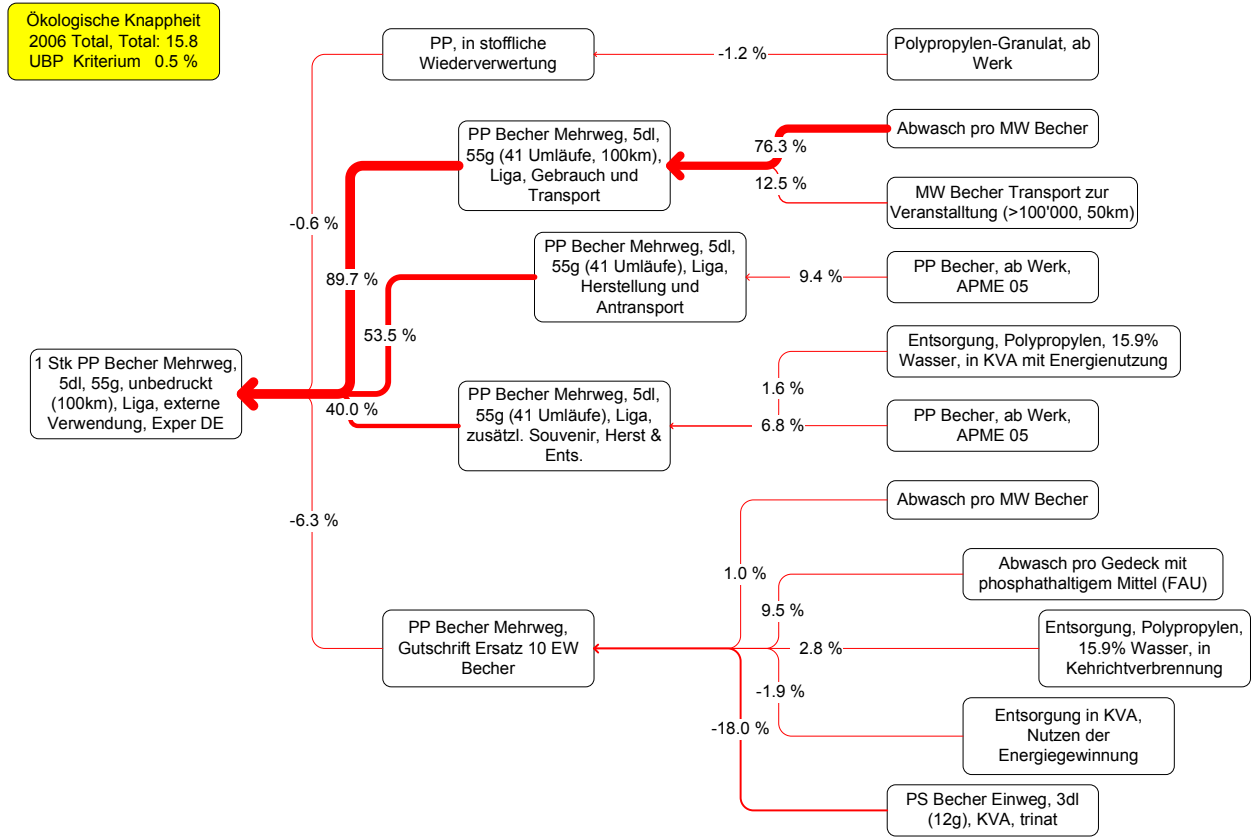


### 12.5.2.2 MW-Becher, Ligabetrieb, unbedruckt, ExpertInnenpanel

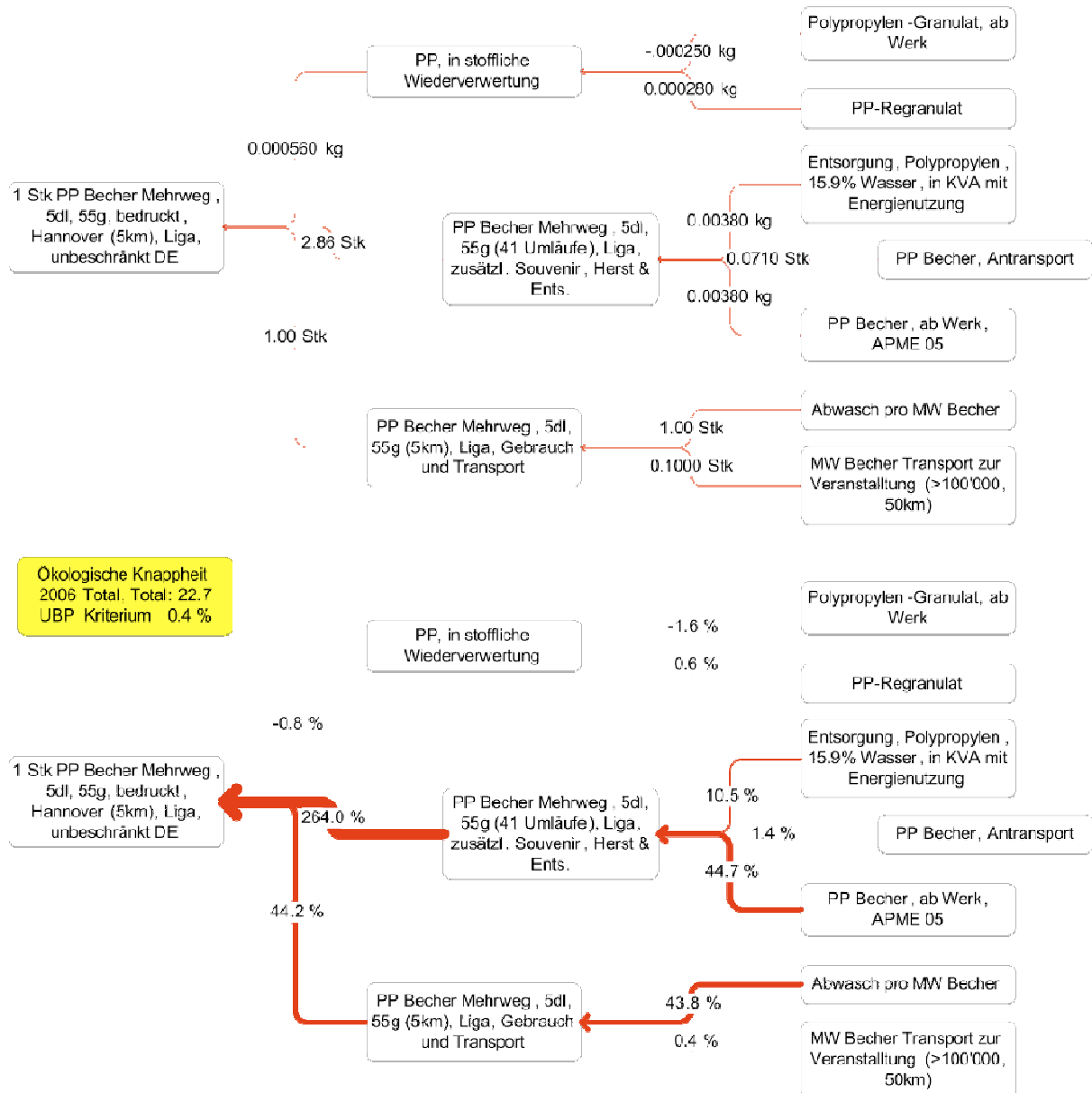




### 12.5.2.3 MW-Becher, Ligabetrieb, unbedruckt, ExpertInnenpanel (vereinfachte Darstellung der Ökologischen Knappheit)



### 12.5.2.4 MW-Becher, Hannover, 25.000 unbedruckt, 15.000 Sammlerbecher



## 12.6 Ausgewählte weitere Ergebnisdiagramme zu Sensitivitäten der Szenarien „EURO“

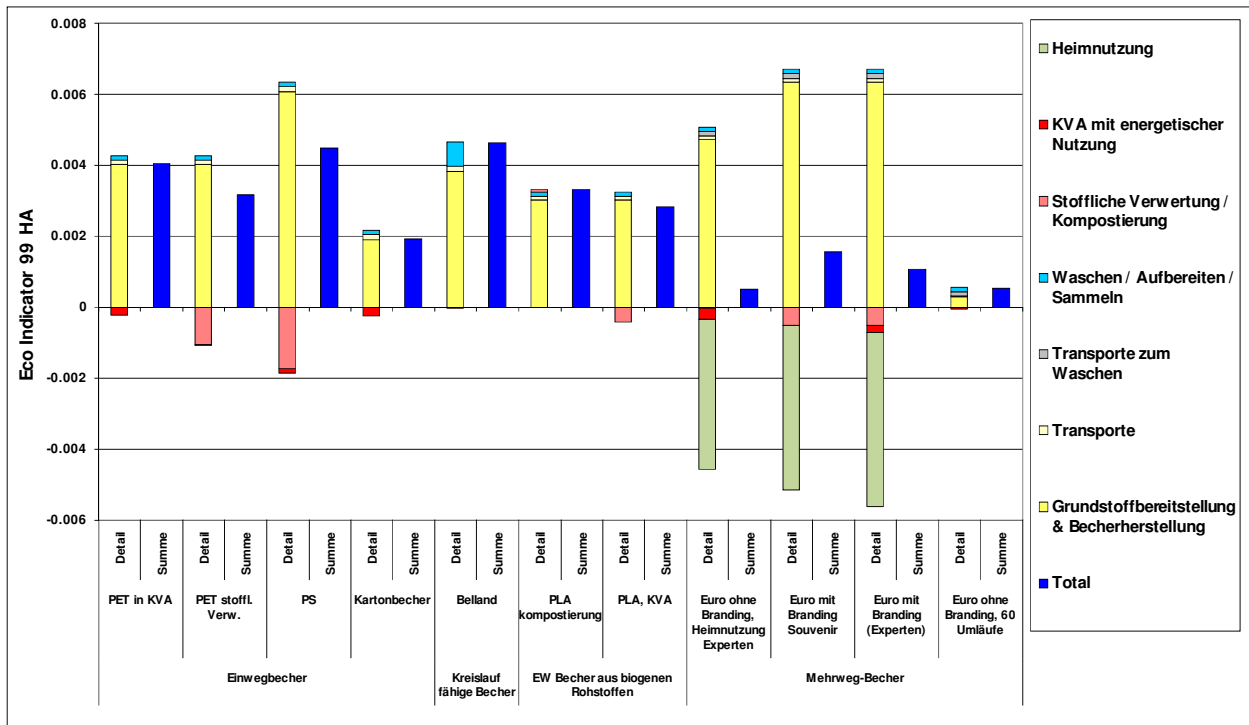


Abbildung 43: Sensitivitätsbetrachtungen „EURO“ für Eco-indicator 99: BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung

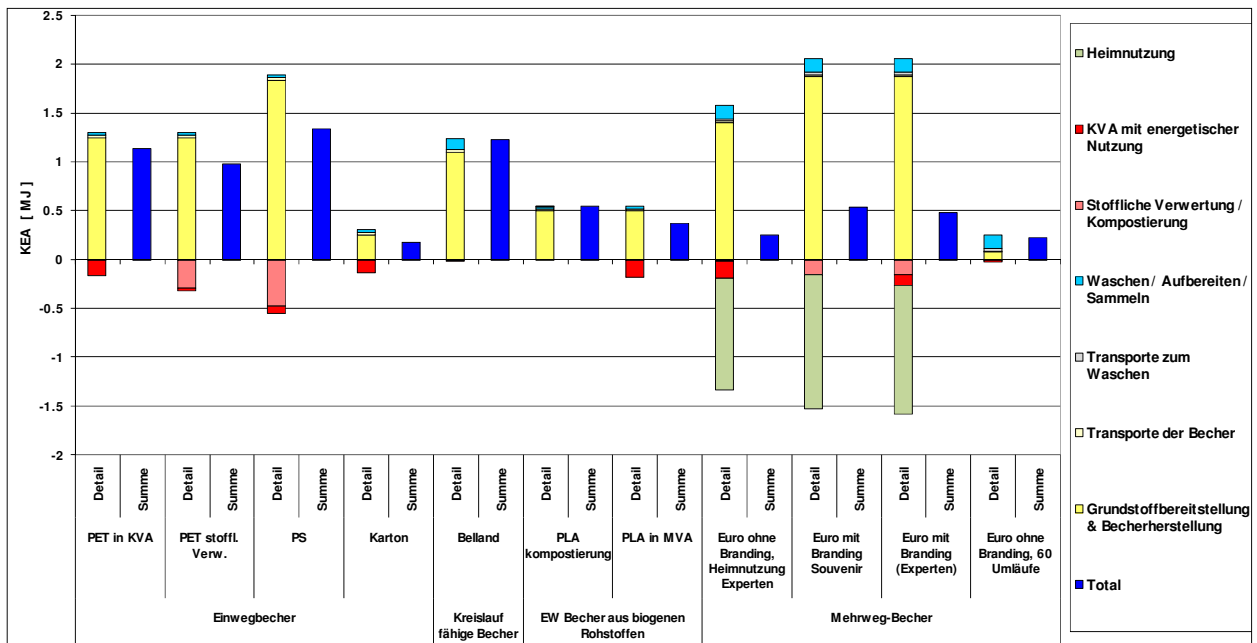


Abbildung 44: Sensitivitätsbetrachtungen „EURO“ für KEA: BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung



## 12.7 Weitere Ergebnisdiagramme zu Sensitivitäten der Szenarien „Ligabetrieb Deutschland und Public Viewing“

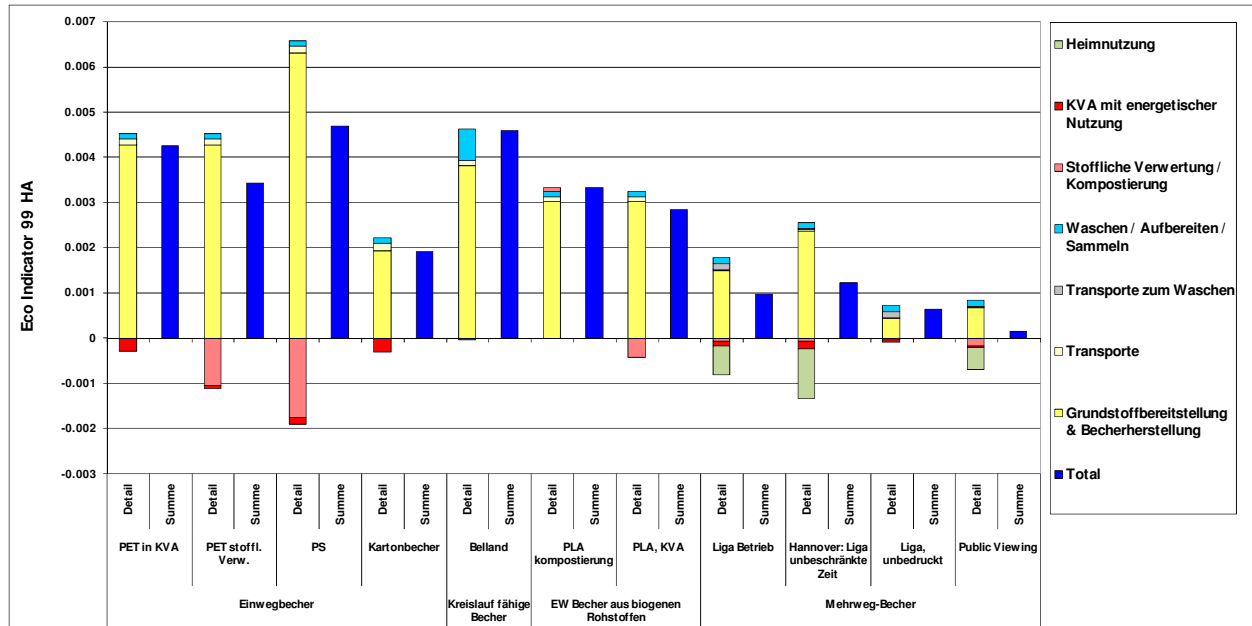


Abbildung 45: Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für Eco-indicator 99: BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung, alle MW Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb unbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimnutzung

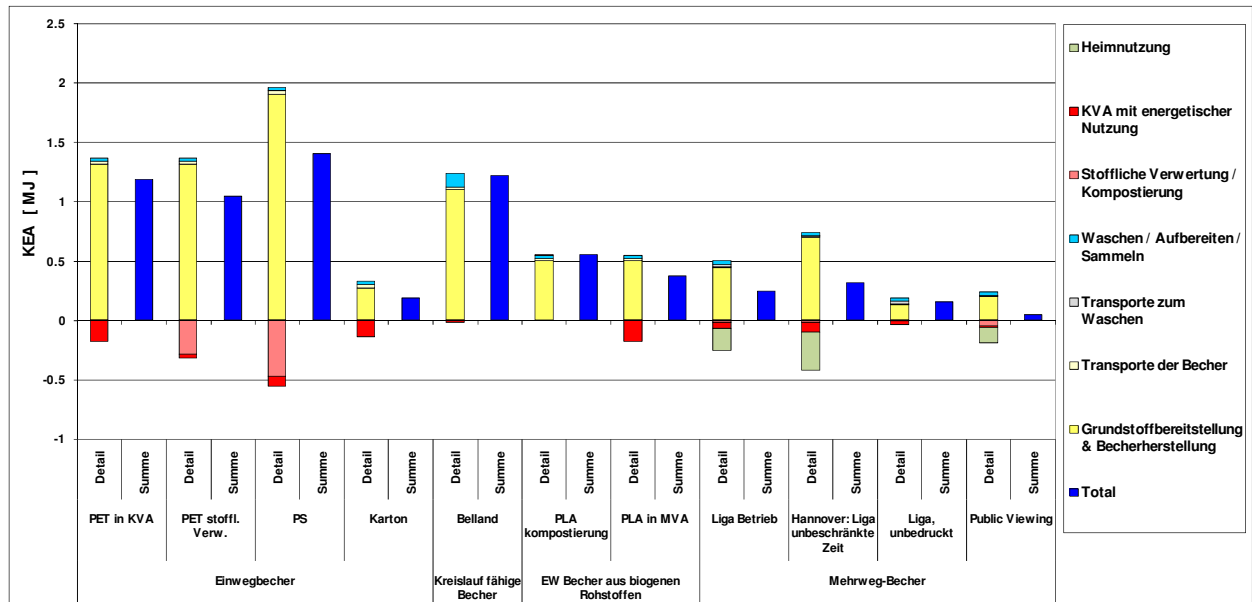


Abbildung 46: Sensitivitätsbetrachtungen Ligabetrieb und Public Viewing für KEA: BELLAND®Material zu 50% Rezyklat, PLA mit Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen, PS mit stofflicher Verwertung, alle MW Szenarien waschen mit Ökostrom, Ligabetrieb einbedruckte Becher ohne Berücksichtigung der Heimnutzung.



**Kritische Stellungnahme (Peer Review) des Gutachters  
zur trinational erstellten LCA-Studie**

**«Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme  
beim Getränkeausschank an Veranstaltungen»**

**Fokus auf Grossveranstaltungen am Beispiel der Fussball-  
Europameisterschaft UEFA EURO 2008™ in Österreich und  
in der Schweiz sowie dem Fussball-Bundesligabetrieb in Deutschland**

Ersteller:

Österreichisches Ökologie-Institut, Seidengasse 13, A-1070 Wien;  
Carbotech AG, Eulerstrasse 68, CH-4051 Basel;  
Öko-Institut e.V., Rheinstrasse 95, D-64295 Darmstadt;

Datum: 24. September 2008

# Bericht zur kritischen Prüfung

von

**Paul W. Gilgen**

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), CH-8600 Dübendorf

**zu Händen des Auftraggeber-Kollektivs:**

**Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW)**

sowie

**Schweizerisches Bundesamt für Umwelt (BAFU)**

unterstützt vom

Deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU),  
dem Bundesländern/Städten Basel, Bern, Hannover, Kärnten,  
Salzburg, Wien und Zürich

**3. April 2009**

# Inhalt

	Seite
<b>1 Vorbemerkungen</b>	<b>3</b>
<b>2 Detailliert überprüfte Abschnitte: Sensitivitätsanalysen – Wie robust sind die Handlungsempfehlungen, wenn Schlüsselparameter variiert werden?</b>	
2.1 Konklusion und Handlungsempfehlungen der Studie	5
2.2 Bemerkungen zu den Annahmen bzgl. Mehrweg-Becher	6
2.3 Mitnahmequoten der Mehrweg-Becher	7
2.4 Umlaufzyklen der Mehrweg-Becher	8
2.5 Heimnutzung der Mehrweg-Becher	9
2.6 Waschen der Mehrweg-Becher	10
2.7 Transport der Mehrweg-Becher	11
2.8 Tabellarische Übersicht über ausgewählte Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen	11
2.9 Kommentar zum Ergebnis der detaillierten Überprüfung	13
<b>3 Summarisch begutachtete Abschnitte</b>	<b>14</b>
<b>4 Weitere Bemerkungen</b>	<b>15</b>
<b>5 Fazit</b>	<b>16</b>

# 1 Vorbemerkungen

Das vorliegende kritische Gutachten (Peer Review) zur LCA-Studie «Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Getränkeauschank an Veranstaltungen» der drei Ersteller

- aus Österreich: Österreichisches Ökologie-Institut, A-Wien,
- aus der Schweiz: Carbotech AG, CH-Basel,
- aus Deutschland: Öko-Institut e.V., D-Darmstadt

ist in den Monaten Februar und März 2009 erarbeitet worden. Gegenstand war der bereits im Herbst 2008 fertiggestellte, abgeschlossene 116-seitige Schlussbericht. Als ergänzendes Dokument stand eine Voraus-Präsentation zur Verfügung (bestehend aus 45 PowerPoint-Folien), welche am 12. Oktober 2007 von Vertretern der drei Ersteller bei der Union des Associations Européennes de Football (UEFA) in CH-1260 Nyon vorgetragen worden ist. Von den beiden Möglichkeiten der kritischen Prüfung – nämlich: parallel zur Entwicklung einer LCA-Studie oder nach deren Abschluss – musste hier somit die zweite Variante gewählt werden: die Begutachtung einer fertiggestellten, abgeschlossenen LCA.

Der Gutachter hat sich dreimal mit Dr. Fredy Dinkel vom Schweizer Ersteller getroffen: am 13. März 2009 am Sitz der Empa in Dübendorf sowie am 31. März 2009 und am 3. April 2009 am Sitz der Carbotech AG in Basel. Das erste Treffen diente einem grundsätzlichen Gedankenaustausch zur kritischen Prüfung, an den beiden anderen Treffen standen die Sensitivitätsanalysen und deren zugehörige Berechnungen (siehe Kapitel 2.8) im Mittelpunkt. Alle diese Diskussionen waren keine irgendwie geartete Einflussnahme, weder auf die Peer Review noch auf den Gutachter; dieser allein hat die vorliegende kritische Stellungnahme erarbeitet.

Der Gutachter, der eine fertiggestellte Ökobilanz (wie die vorliegende LCA-Studie eine ist) zu beurteilen hat, kann wie folgt vorgehen:

- Entweder:  
Er überprüft die langen Zahlenreihen akribisch daraufhin, ob sie auch alle ziffern- genau dargestellt sind. Denn der Ersteller der Ökobilanz hat für nahezu jede Grösse aus deren mehr oder minder grossen Streuung einen repräsentativen Wert auswählen müssen; und gegen manche dieser Festlegungen können andere Gewichtungen, Bedenken und sonstige Einwände vorgebracht werden.

⇒ Der Gutachter konzentriert sich also auf die dargestellten Sach- und Wirkungsbilanzen.

- Oder:  
Er überprüft die aus der Ökobilanz hervorgehenden Handlungsempfehlungen (auf welche, als Antwort zur Frage «was soll ich tun?», es letztlich ankommt) daraufhin, ob die formulierten Empfehlungen auch dann unverändert bestehen bleiben, wenn in der LCA-Software für die Schlüsselparameter rechnerisch deren volle Schwankungsbreiten herangezogen werden.
  - ⇒ Der Gutachter konzentriert sich also auf die dargestellten Sensitivitätsanalysen.

Die vorliegende Peer Review der trinationalen Becherstudie folgt der zweiten Variante: kritische Prüfung der dargestellten Sensitivitätsanalysen.

Die Konzentration auf die Sensitivitätsanalysen zwecks Überprüfung, wie robust die Handlungsempfehlungen auf Variationen der Parameter reagieren, ist hier aus einem weiteren Grund das angemessene Vorgehen:

Wie bei allen heutigen Ökobilanz-Studien – überhaupt bei vielen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten – sind die Zahlen in den Resultaten (Output) das funktionale Ergebnis der Zahlen und numerischen Grössen in den Eingangsgrössen (Input). Diese Transformation fusst nicht auf beliebig und irgendwie getroffenen Annahmen, sondern auf sorgfältig abgewogenen, nachvollziehbar dargestellten, auf Fakten beruhenden Festlegungen. Das wird bei sämtlichen Einflussfaktoren so gemacht, nicht bloss bei den Schlüsselparametern (wie z.B. die Systemgrenze einer ist, wird durch diese Grenze doch festgelegt, was berücksichtigt wird und was draussen vor bleibt). Hernach rechnet der mit der LCA-Software ausgerüstete Computer mit diesen Grössen, und rechnen tut er richtig. Das bedeutet, dass in der kritischen Prüfung von Ökobilanzen – und eben ganz besonders von solchen, die abgeschlossen sind – viel Sorgfalt auf die Variation jener Input-Grössen verwendet werden muss, die via die geschilderte Transformation das Ergebnis und die daraus hergeleiteten Handlungsempfehlungen wesentlich determinieren.

Für diese detaillierte Überprüfung sind folgende fünf Schlüsselgrössen ausgewählt worden:

- Mitnahmequoten der Mehrweg-Becher;
- Umlaufzyklen der Mehrweg-Becher;
- Heimnutzung der Mehrweg-Becher;
- Waschen der Mehrweg-Becher;
- Transport der Mehrweg-Becher.

Und dieses wird, wo sachlogisch anwendbar und datenmässig verfügbar, auf diese zwei Kategorien von Mehrweg-Bechern angewendet:

- Mehrweg-Becher mit Branding UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>;
- Mehrweg-Becher ohne Branding UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>.

## **2 Detailliert überprüfte Abschnitte: Sensitivitätsanalysen – Wie robust sind die Handlungsempfehlungen, wenn Schlüsselparameter variiert werden?**

### **2.1 Konklusion und Handlungsempfehlungen der Studie**

In der Zusammenfassung der Studie werden auf Seite 7ff. folgende Konklusionen formuliert:

- «Alle Mehrwegbecherszenarien weisen gegenüber den betrachteten Einweg-szenarien geringere Umweltbelastungen auf. Wobei die Unterschiede bei allen untersuchten Bechern signifikant sind, mit Ausnahme des Kartonbechers, bei dem die Unterschiede nur beschränkt signifikant sind.»
- «Für das beste Einwegbecherszenario werden doppelt so viele Umweltbelastungspunkte (UBP) ausgewiesen wie für das ungünstigste Mehrwegszenario.»

Dieser Befund wird auf Seite 79 im Kapitel 9.1.5, «Sensitivitätsbetrachtungen», wie folgt wiederholt:

- «Alle Mehrwegszenarien weisen durchwegs die geringsten Umweltbelastungen auf. Kein Einwegbecher kann als ökologisch vergleichbares Gebinde bezeichnet werden, da diese immer mit deutlich höheren Umweltbelastungen verbunden sind.»

In der Zusammenfassung der Studie werden auf Seite 11ff. folgende Handlungen empfohlen:

- «Aufgrund der Resultate der vorliegenden Studie werden von den AutorInnen unter ökologischen Gesichtspunkten Mehrweggetränkebecher für Grossveranstaltungen (wie die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>), den Ligabetrieb (wie der deutschen Bundesliga) und sonstige Grossveranstaltungen (wie Public Viewing) empfohlen.»
- «Eine Nachnutzung der Becher nach der UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> im Ligabetrieb oder bei anderen Veranstaltungen wird empfohlen ...»

Mittels detaillierter Überprüfung der Sensitivitätsanalysen soll untersucht werden, wie robust diese Handlungsempfehlungen gegen eine Veränderung der Zahlenwerte der Schlüsselparameter sind:

Wenn

sich die Mehrweg-Becher auch beim Überstreichen eines grossen Variationsbereiches als das ökologisch günstigere Gebinde erweisen,

dann

wird die Realität durch die Studie in zutreffender Weise abgebildet, ihre Konklusionen sind richtig und es darf ihnen vertraut werden.

## 2.2 Bemerkungen zu den Annahmen bzgl. Mehrweg-Becher

Mitnahmequoten, Umlaufzyklen und Heimnutzung der Mehrweg-Becher – Material: Polypropylen (PP); Gewicht  $G = 55$  g (verwendet wurde der schwerste der drei MW-Ausführungen, die beiden anderen wogen 30 g bzw. 46 g) – sind drei Parameter, welche miteinander verknüpft sind: je mehr Becher nach Hause genommen (und damit aus der Menge der in den Stadien verbleibenden Becher ausgeschleust) werden, desto mehr Becher müssen zusätzlich hergestellt werden, damit die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>- bzw. die Liga-Zuschauer in den Stadien bedient werden können. Weil nach Abschluss der Fussball-Europameisterschaft die übrigbleibenden UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>-Becher aus lizenzierungsrechtlichen Gründen vernichtet werden müssen, darf diese Mehrproduktion aber nicht zu grosszügig geplant werden.

Die Studie setzt für diese Grössen folgende Zahlen bzgl. Mitnahmequote als Annahme ein:

- nach jenem EURO-Fussballspiel werden 25% der mit dem UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>-Logo bedruckten Mehrweg-Becher nach Hause genommen;
- nach jedem EURO-Fussballspiel verbleiben 75% der mit dem UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>-Logo bedruckten Mehrweg-Becher in den Stadien.

Die Herleitung dieser Annahme (und derjenigen zu den damit verknüpften Umlaufzyklen sowie der Heimnutzung) wird auf folgende zwei Quellen zurückgeführt:

- auf Erfahrungen und Daten der Fussball-Weltmeisterschaft 2006 in Deutschland (FIFA World Cup 2006 Germany<sup>TM</sup>);
- auf die Angaben eines Mehrweg-Systembetreibers und dessen konkretes Angebot für die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>.

Für den Fussball-Bundesligabetrieb sind es sinngemäss folgende Annahmen:

- nach jedem Bundesliga-Spiel werden 1% der unbedruckten, mit keinem Logo versehenen Mehrweg-Becher entweder nach Hause genommen oder gehen kaputt, was 41 Umläufe ergibt;
- nach jedem Bundesliga-Spiel verbleiben somit  $100\% - 1\% = 99\%$  dieser unbedruckten Mehrweg-Becher in den Stadien.
- Anmerkung zu der Mitnahmequote:  
gemäss Abbildung 23 auf Seite 56 beträgt die Mitnahmequote 1%,  
gemäss Text auf Seite 59 sind es 2%; die Überprüfung der Berechnungen ergab, dass 1% der benutzte Wert ist.

Ausgangspunkt sämtlicher Mehrweg-Szenarien für die UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> sind die in der Tabelle 6 auf Seite 42 dargestellten, in der Deutschen Bundesliga erhobenen Daten zu Nutzungen und Defektquoten der Mehrweg-Becher, woraus sich deren Umläufe berechnen lassen: 60 ... 217. Diese Zahlen repräsentieren die (theoretische) Lebensdauer bis zur Beendigung des Systems (z.B. wegen Einführung eines neuen Mehrweg-Systems), welche in der Regel mit 300 Umläufen angenommen worden ist, was mit der Realität übereinstimmt und also korrekt ist.

Der gewichtete durchschnittliche Umlaufzyklus beträgt 107.



Aus der breiten Spanne übernommen worden sind 60 Umläufe (auch Gebrauchszyklen genannt), mithin eine deutlich konservative Annahme. Die Fussball-Europameisterschaft umfasste insgesamt 31 Spiele, ausgetragen in den Stadien von acht Spielorten in Österreich und der Schweiz. Der Spielplan in diesen weit auseinanderliegenden Städte begrenzt die theoretisch möglichen Gebrauchszyklen auf acht sog. Systemzyklen. Mit der zugrunde gelegten Mitnahmequote von 25% ergeben sich somit rechnerisch 2,9 Umläufe eines Mehrweg-Bechers in den Stadien.

Aus diesen Angaben haben die drei Ersteller logisch verknüpfte Modellrechnungen aufgebaut, aus denen jene Zahlenwerte (mitsamt ihren Streubreiten) hervorgehen, die in der Studie eingesetzt worden sind. Das Ganze ist sehr knapp und verkürzt dargestellt.

Art und Ausmass der Heimnutzung hat ein Panel aus 12 Experten formuliert und per Konsens festgelegt. In der Studie sind deren gewichtete Annahmen in Form von Prozentzahlen verwendet worden. Das ist plausibel und nachvollziehbar dargestellt.

Hinweis des Gutachters betr. kritische Begutachtung nur der Mehrweg-Becher:

Die kritische Begutachtung einzig der Mehrweg-Becher ist deshalb gerechtfertigt, weil in der Ökobilanzierung der Einweg-Becher bei sämtlichen Festlegungen immer der jeweils günstigste Wert eingesetzt worden ist (also durchwegs «best case»-Annahmen zu Gunsten der Einweg-Becher). Demgegenüber sind in der Ökobilanzierung der Mehrweg-Becher immer die ungünstigsten Werte eingesetzt worden (also durchwegs «worst case»-Annahmen zu Ungunsten der Mehrweg-Becher), und trotzdem weisen diese die signifikant geringeren Umweltbeanspruchungen auf.

## 2.3 Mitnahmequoten der Mehrweg-Becher

In der trinationalen Becherstudie sind den Mitnahmequoten der Mehrweg-Becher folgende zwei Annahmen zugrundegelegt worden:

- 2.3.1 In der Fussball-Europameisterschaft UEFA EURO 2008<sup>TM</sup> in Österreich und in der Schweiz:  
Mitnahmequote der mit dem UEFA EURO 2008<sup>TM</sup>-Logo bedruckten Mehrweg-Becher = 25% (aufgrund der vorstehend angegebenen Datengrundlagen wird die höchste Quote im berücksichtigten Wertebereich 10% .... 25% übernommen).
- 2.3.2 Im Fussball-Bundesligabetrieb in Deutschland:  
Mitnahme-/Defektquote der unbedruckten Mehrweg-Becher = 1%.

## 2.4 Umlaufzyklen der Mehrweg-Becher

Aufgrund der plausibel begründeten Mitnahmequoten ergeben sich die Umlaufzyklen der Mehrweg-Becher für vier szenarische Annahmen wie folgt:

### 2.4.1 Szenario ①:

UEFA EURO 2008™-Becher, welcher nach Gebrauch im Fussballstadion als Erinnerungsstück nach Hause genommen und dort zu einem sog. Fanartikel wird (der Becher ersetzt zuhause ein in der Vitrine stehendes Souvenir, welches mit gleichem Aufwand hergestellt worden ist, und welches irgendwann im Hausmüll und also in der Müllverbrennungsanlage endet).

⇒ 2,9 Umläufe im Stadion.

### 2.4.2 Szenario ②:

UEFA EURO 2008™-Becher wie in 2.4.1, aber zusätzlich ist die Verwendung als Mehrweg-Becher zuhause durch ein Expertenpanel definiert, was eine entsprechende Berücksichtigung in der Ökobilanz ermöglicht.

⇒ 2,9 Umläufe im Stadion.

### 2.4.3 Szenario ③:

Mit keinem UEFA EURO 2008™-Logo bedruckter, attraktiver, Becher, welcher sowohl an der UEFA EURO 2008™, im Ligabetrieb als auch gewerblich genutzt werden kann; es wird der Durchschnitt von 107 Umläufen angenommen, zudem eine Mitnahmequote von 1% und eine Defektquote von 0,93%; das ergibt in Summe 2,9 Umläufe im Stadion und 57,1 Umläufe in der Nachnutzung.

⇒ 60 Umläufe.

### 2.4.4 Szenario ④:

Mit keinem UEFA EURO 2008™-Logo bedruckter, neutraler Becher, welcher im Ligabetrieb in Österreich sowie in der Schweiz (und auch in der Bundesliga) verwendet werden kann

⇒ 41 Umläufe im Stadion.

Aus Erfahrungen von sechs deutschen Bundesliga-Spielorten liegen die via Berechnung ermittelbaren Umlaufzahlen vor: 60 .... 217 Umläufe, der gewichtete Durchschnitt liegt bei 107 (Kapitel 6.3.4 auf Seite 41, insbesondere Tabelle 6 auf Seite 42);

im Kapitel 6.6.3 (Seite 58ff.) wird als Begründung, weshalb für dieses Szenario ein noch tieferer Umlaufzyklus als der empirisch ermittelte untere Wert von 60 Umläufen eingesetzt wird, die Mitnahme- und die Defektquote genannt: diese betragen 1% bzw. 1,7%.

die Annahme von bloss 41 Umläufen des Mehrweg-Bechers ist somit eine «worst case»-Annahme für dessen Ökobilanzierung.

## 2.5 Heimnutzung der Mehrweg-Becher

Das Ergebnis der Studie wird wesentlich u.a. von der Heimnutzung beeinflusst, weshalb deren Festlegung wichtig ist. Das ist denn auch nicht irgendwie, sondern von einem Expertenpanel der Begleitgruppe vorgenommen worden. Die 12 Mitglieder haben für die Heimnutzung aller nach Hause mitgenommenen Mehrweg-Becher (= 100%) vier szenarische Annahmen wie folgt formuliert:

- 2.5.1 Ein Mehrweg-Becher, welcher nach Gebrauch im Fussballstadion als Erinnerungsstück nach Hause genommen und dort zu einem sog. Fanartikel wird (der Becher ersetzt zuhause ein in der Vitrine stehendes Souvenir, welches mit gleichem Aufwand hergestellt worden ist, und welches irgendwann im Hausmüll und also in der Müllverbrennungsanlage endet).
  - ⇒ wird auf 20% aller nach Hause mitgenommenen Becher angewendet; keine Aufwendungen für die Becherherstellung.
- 2.5.2 Ein Mehrweg-Becher wie in 2.5.1, aber zuhause ersetzt er kein Souvenir sondern ein anderes, gleichwertig benutztes Trinkgefäss (welches mit gleichem Aufwand hergestellt worden ist, und welches später in einer Müllverbrennungsanlage entsorgt wird).
  - ⇒ wird auf 30% aller nach Hause mitgenommenen Becher angewendet; keine Gutschrift.
- 2.5.3 Ein Mehrweg-Becher, welcher nach Gebrauch im Fussballstadion zuhause z.B. an einer Grillparty benutzt wird, wo er 10 Einweg-Becher aus diversen Materialien ersetzt (und der später in einer Müllverbrennungsanlage entsorgt wird).
  - ⇒ wird auf 20% aller nach Hause mitgenommenen Becher angewendet; Gutschrift für den Ersatz von 10 Einweg-Bechern.  
Hierfür wird der leichteste Einweg-Becher angenommen (d.h. aus PET, Gewicht  $G = 11.5$  g), was in der Ökobilanz des Mehrweg-Bechers zur kleinsten Gutschrift führt; somit erneut eine «worst case»-Annahme.
- 2.5.4 Ein Mehrweg-Becher, welcher nach Gebrauch im Fussballstadion zuhause einen gleichwertigen Mehrweg-Becher aus dem Kaufhaus ersetzt.
  - ⇒ wird auf 30% aller nach Hause mitgenommenen Becher angewendet; keine Aufwendungen für die Becherherstellung.

Die aufgeführte Verteilung (in Prozenten) aller nach Hause mitgenommenen Mehrweg-Becher ist das gewichtete Mittel der Expertenmeinungen zu den angenommenen Heimnutzungen. In der Studie ist auf Seite 46 der beträchtliche Schwankungsbereich der Abschätzungen durch die Begleitgruppe dargestellt.

## 2.6 Waschen der Mehrweg-Becher

Die Reinigung der Mehrweg-Becher hat einen wesentlichen Einfluss auf das Ausmass der insgesamten Umweltbeanspruchung. Für die Ökobilanz wichtig sind sowohl der eigentliche Waschprozess als auch die Art und Weise der Erzeugung der benötigten thermischen und elektrischen Energie. Gemäss den Angaben auf Seite 40 erfolgte die Reinigung der Mehrweg-Becher in Wien und München sowie in Interlaken und in Basel. Es ist je die tatsächlich vorliegende Situation bilanziert worden, leider aber fehlt dessen explizite Darstellung.

Auf Seite 86, im Kapitel 9.2.4, «Sensitivitätsbetrachtungen», ist davon die Rede, dass einer der deutschen Anbieter für Mehrweg-Bechersysteme zum Betrieb seiner Waschanlage zertifiziertem Ökostrom einsetzt. Dessen sehr geringe CO<sub>2</sub>-Emissionen vermindern die Umweltbeanspruchung des Lebenszyklus-Abschnittes «Waschen» um nahezu die Hälfte, und diejenige des gesamten Lebenszyklus um nahezu einen Drittel – überraschend viel, aber völlig korrekt (Abbildung 41 auf Seite 87 vs. Abbildung 36 auf Seite 82). Freilich gilt das nur für das Szenario ④, den Ligabetrieb (was so aus dem Text aber nicht hervorgeht); für die drei anderen Szenarien sind die Verbesserungen deutlich bescheidener.

Deshalb soll die ökologische Auswirkung der Nutzung von zertifiziertem Ökostrom im Lebenszyklus-Abschnitt «Waschen», und nur in diesem, wie folgt näher betrachtet werden:

- Anteil zertifizierter Ökostrom: 0%  
(das ist der in der Studie benutzte, der untersuchten Realität entsprechende Wert);
- Anteil zertifizierter Ökostrom: 50%;
- Anteil zertifizierter Ökostrom: 100%.

## 2.7 Transport der Mehrweg-Becher

Die auf Seite 39ff. gemachten Angaben zu den Transporten der Mehrweg-Becher an der UEFA EURO 2008™ und im Ligabetrieb sind plausibel:

- 400 km  
gerundeter, gewichteter Mittelwert der Entfernung Produktionsort → Stadien
- 100 km  
gerundeter, gewichteter Mittelwert der Entfernung Stadien → Waschstation
- 30 km  
gerundeter, gewichteter Mittelwert der Entfernung Stadien → MVA/KVA

Weil Transporte einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse haben, sind konservative Abschätzungen angezeigt. Dem ist in der vorliegenden Studie gefolgt worden, und deshalb liegen die entsprechenden Zahlen auf der «sicheren Seite». Stellvertretend hierfür darf die bilanzierte Transportdistanz gelten, welche die Mehrweg-Becher zwecks Reinigung zu den Waschstationen und von diesen retour zurücklegen: der Gutachter teilt die Meinung der Ersteller, dass der diesbezüglich in die Ökobilanz aufgenommene Weg von  $2 \times 100 \text{ km} = 200 \text{ km}$  als oberer Wert betrachtet werden kann.

Die Entfernung zwischen dem Produktionsort und den Stadien beträgt durchschnittlich 400 km. Die Umweltbeanspruchung aufgrund dieses Transportes ist in der Studie korrekt berücksichtigt, aber hat kaum Einfluss auf deren Resultat: das vielfache Waschen der Mehrweg-Becher und die damit verbundenen Transporte von je  $2 \times 100 \text{ km}$  dominieren vollkommen. Diese Tatsache ist in der Studie plausibel dargestellt.

## 2.8 Tabellarische Übersicht über ausgewählte Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen

Die nachfolgenden Sensitivitätsanalysen mitsamt den zugehörigen Berechnungen sind am 31. März 2009 und am 3. April 2009 am Sitz der Carbotech AG in Basel erstellt worden; durchgeführt von Dr. Fredy Dinkel, im Beisein des Gutachters und in engem Dialog mit diesem. Benutzt wurde derselbe Rechner mit derselben LCA-Software und demselben Datenstand, der auch für die Studie eingesetzt worden war.

Bei diesen zwei Arbeitstreffen in Basel hat der Gutachter einige der anderen in der Studie ausgewiesenen LCA-Berechnungen stichprobenartig überprüft, mit sehr zufriedenstellendem Ergebnis.

<b>Parameter</b>  die <b>fettgedruckten</b> Prozent- und Zahlenwerte sind die in der Studie benutzten Mittelwerte (mit Begründung ihrer Festlegung) der jeweiligen Parameter  die <b>normalgedruckten</b> Prozent- und Zahlenwerte sind die für die Sensitivitätsanalysen des kritischen Gutachtens eingesetzten unteren und oberen Grenzwerte der jeweiligen Parameter		<b>Mehrweg-Becher aus Polypropylen, Gewicht G = 55 g, Volumen V = 5 dL</b>			
		<b>mit Branding</b> mit Aufdruck «UEFA EURO 2008™»		<b>ohne Branding</b> ohne Aufdruck «UEFA EURO 2008™»	
		<b>Verwendung im Stadion</b> nur an der UEFA EURO 2008™		<b>Verwendung im Stadion</b>	
				attraktiver Becher: an UEFA EURO 2008™ oder im Ligabetrieb oder gewerblich  Mitnahmequote an der UEFA EURO 2008™: 25% (Heimnutzung: gemäss Expertenpanel)  Mitnahmequote im Ligabetrieb: 1%	neutraler Becher: nur im Ligabetrieb  Mitnahmequote im Ligabetrieb: 1%
		<b>anschliessende Verwendung zuhause</b>			
		verwendet als Souvenir	verwendet als MW-Becher; Heimnutzung: gemäss Expertenpanel	verwendet als MW-Becher	verwendet als MW-Becher
Szenario ①	Szenario ②	Szenario ③	Szenario ④		
<b>Mitnahmequote</b> (Szenarien ① und ②)	35%	25,2 UB	25,7 UB	25% Mitnahmequote: <b>25,3 UB</b>  1% Mitnahmequote: <b>9,7 UB</b>  1% Mitnahmequote: <b>10,6 UB</b>	
	25%	<b>24,9 UB</b>	<b>25,3 UB</b>		
	10%	24,8 UB	24,9 UB		
<b>Umlaufzyklen</b> (Szenarien ① und ②)	2,3	25,2 UB	25,7 UB	2,9 Umlaufzyklen: <b>25,3 UB</b>  60 Umlaufzyklen: <b>9,7 UB</b>  41 Umlaufzyklen: <b>10,6 UB</b>	
	2,9	<b>24,9 UB</b>	<b>25,3 UB</b>		
	4,7	24,8 UB	24,9 UB		
<b>Heimnutzung</b> (Szenarien ②, ③ und ④)	20/30/10/40%	<del>data not applicable</del>	31,0 UB	für die Mitnahme ex UEFA EURO™: siehe Szenario ②	
	20/30/20/30%	<del>data not applicable</del>	<b>25,3 UB</b>		
	20/30/30/20%	<del>data not applicable</del>	19,4 UB		
<b>Waschen</b> (Anteil Ökostrom; Szenarien ①, ② und ④)	100%	21,7 UB	22,0 UB	<del>data not available</del>	
	0%	<b>24,9 UB</b>	<b>25,3 UB</b>		
	50%	23,3 UB	23,7 UB		
<b>Transport</b> (zur Waschstation und zurück)	300 km	25,7 UB	26,1 UB	<del>data not available</del>	
	200 km	<b>24,9 UB</b>	<b>25,3 UB</b>		
	100 km	24,1 UB	24,5 UB		

Hinweis: Die Einfärbung der vier Szenarien ist zufällig, dient einzig grafischen Zwecken und hat keine darüber hinausgehende Bedeutung.

Zum Vergleich:

Der leichteste Einweg-Becher (derjenige aus PET, Gewicht  $G = 11,5$  g, Volumen  $V = 5$  dL, durchgehend mit «best case»-Annahmen gerechnet wie z.B. dem günstigeren stofflichen Recycling und nicht mit der Entsorgung in einer MVA), verursacht gemäss dem Kapitel 12.5.1.2 mit den beiden Flussdiagrammen auf Seite 102 und Seite 103 eine Umweltbeanspruchung von 44,9 UBP – sehr deutlich mehr als diejenige eines Mehrweg-Bechers.

## 2.9 Kommentar zum Ergebnis der detaillierten Überprüfung

In der Studie ist plausibel dargestellt (z.B. Seite 42), dass Anzahl und Nutzung der nach Hause mitgenommenen, aus der zu fabrizierenden Gesamtmenge ausgeschleusten Mehrweg-Becher sowie deren weitere Nutzung wohl die Einflussgrössen auf das Ergebnis der Studie darstellen. Die Annahmen zur Mitnahme- (und Defekt-)quote beruhen auf den Erfahrungswerten der sehr ähnlich gelagerten Fussball-Weltmeisterschaft 2006 in Deutschland (FIFA World Cup 2006 Germany<sup>TM</sup>), und die Art der Nutzung ist durch zwölf Experten der Begleitgruppe sorgfältig definiert worden – beides eine solide und vertrauenswürdige Datengrundlage dieses wichtigen Parameters.

Die tabellarische Übersicht der Umweltbeanspruchung – angegeben in Umweltbelastungspunkten (UBP) – zeigt, dass bei sämtlichen Änderungen der Parameter die Mehrweg-Becher in allen Szenarien die Umwelt in deutlich geringerem Mass beanspruchen als es Einweg-Becher tun, selbst wenn für diese durchwegs und immer die günstigsten Annahmen getroffen werden.

Somit sind als Gefäss für den Getränkeauschank an Grossveranstaltungen die Mehrweg-Becher tatsächlich die ökologisch günstigere Gebindeart – die Empfehlung der Studie ist korrekt.



### 3 Summarisch begutachtete Abschnitte

Die Formulierung der Fragestellung, die Festlegung sowohl der Systemgrenzen als auch der funktionellen Einheit, und die Beschreibung der Rahmenbedingungen sind allesamt zweckmässig vorgenommen worden; die Herleitung der Sach- und der Wirkungsbilanz, die Interpretation der Ergebnisse sowie die Verwendung von zwei Bewertungsmethodiken [die Methode der ökologischen Knappheit 2006 (Umweltbelastungspunkte, UBP 2006) und die Methode Eco-Indicator 99 (EI 99), mit der Gewichtung HA (hierarchist average)] geben ebenso keinen Anlass zu Einwänden – die Vertrautheit der Ersteller mit Ökobilanzen und deren Besonderheiten ist gut erkennbar.

Die ökologischen Basisdaten sind der Datenbank «ecoinvent» (Datenbestandsversion: ecoinvent 1.3) entnommen, zur Berechnung der Sach- und Wirkungsbilanz ist die LCA-Software EMIS benutzt worden. Exzellente Qualität und Vertrauenswürdigkeit dieser beiden Werkzeuge sind unbestritten, und deren souveräne Handhabung durch die LCA-erfahrenen Ersteller ist offensichtlich.

Zur Entsorgung:

Die Ökobilanzierung vieler Produkte hat via Erfahrung zu einer 90/10-Daumenregel wie folgt geführt:

- 90% der ermittelten Umweltbeanspruchung eines kompletten Lebenszyklus resultieren aus der Herstellung (und, bei gewissen Produkten, inklusive aus deren Gebrauch);
- 10% der ermittelten Umweltbeanspruchung resultieren aus der Entsorgung.

Manchmal verschiebt sich diese Verteilung bis zu einem Verhältnis von gegen 80/20 oder tiefer; aber nahezu immer stammt aus dem Entsorgungsabschnitt des Lebenszyklus bloss ein minderheitlicher Beitrag an die gesamte Umweltbeanspruchung. Demnach darf die Verwertung der Becher mit dem Hinweis auf ihren untergeordneten Einfluss weggelassen und aus der Liste der detailliert zu überprüfenden Schlüsselgrössen gestrichen werden.

Der Gutachter teilt zudem die folgende Meinung der Ersteller (Studie Seite 38):

- «Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Ergebnisse hat die Art der Verwertung oder Entsorgung der Getränkebecher nach der Nutzungsphase. Während vielfach die Müll-/Kehrichtverbrennung als Entsorgungsvariante angesetzt wird, sollte bei Bechern, die sortenrein vorliegen (z.B. bepfandete Einwegbecher) ein hochwertiges, werkstoffliches Recycling als Standard bilanziert werden.»



Die auf Seite 38 dargelegte Allokationsregel «Anrechnung von 50% der Gutschrift» zur Vermeidung einer doppelten Anrechnung von Begünstigungen beim Recycling des Typs «open loop» ist korrekt; ebenso ist es die Allokationsregel «Anrechnung von 100% der Gutschrift» beim Recycling des Typs «closed loop».

Als Variante neben ihrer Herleitung aus den Aufwendungen von primärem und sekundärem Kunststoff-Granulat wird die Allokationsregel aus der Preisrelation zwischen Neuware und Regranulat erwähnt; dass sich bei deren Anwendung, wie die Studie auf Seite 38 schreibt, die Ergebnisse bloss marginal verändern, erscheint glaubwürdig.

Die auf Seite 39 ausgewiesenen Heizwerte (in MJ/kg) der eingesetzten Materialien, welche für die Gutschriften aus der thermischen Nutzung der Becher in der Müll- bzw. Kehrichtverbrennungsanlagen (MVA bzw. KVA) erteilt werden können, sind die heute üblicherweise benutzten Zahlen.

In korrekter Manier sind für die Müll- bzw. Kehrichtverbrennungsanlagen (MVA bzw. KVA) gewichtete Mittelwerte bzgl. Verbrennung wie auch bzgl. Nutzung von Wärme und Strom verwendet worden.

## 4 Weitere Bemerkungen

Der Gutachter ist der Ansicht, dass sich grafische Präsentation und sprachliche Beschreibung etlicher Teile der Studie noch durchaus steigern liessen («Die Arbeit an der Sprache ist Arbeit am Gedanken»). Verschiedene Passagen verlangen mehrfaches Lesen, was zwar keinen Mangel an sich darstellt, aber mit sorgfältigerer Sprache und aussagekräftigeren Grafiken vermieden werden kann. Hierfür zwei von mehreren Beispielen:

- Es liesse sich die Beschreibung der vertrackten, miteinander verbundenen und teilweise voneinander abhängigen Mitnahme-/Umlauf-/Heimnutzungsverhältnisse entschieden deutlicher darstellen.
- In der Abbildung 23 (Seite 56) lautet die Überschrift «Ligabetrieb». Ob dieser nur in Österreich und in der Schweiz gemeint ist, oder ob damit auch die Bundesliga eingeschlossen ist, geht aus dem Text in den zugehörigen Kapiteln nicht restlos klar hervor.

Diese Hinweise betreffen mögliche Verbesserungen der Form, denn diese ist nicht durchgehend mit erkennbar derselben Sorgfalt wie der Inhalt erarbeitet.

## 5 Fazit

Die kritische Begutachtung der Studie führt zu folgendem Fazit:

- Die Veränderung jener Parameter, die das Ergebnis wesentlich bestimmen, hat ergeben, dass die Empfehlungen der Studie (Seite 89 und Seite 90)

«Aufgrund der Resultate der Studie des Österreichischen Ökologie-Instituts, des Deutschen Öko-Instituts e.V. und der Schweizer Firma Carbotech AG werden unter ökologischen Gesichtspunkten Mehrweggetränkebecher für Grossveranstaltungen wie die UEFA EURO 2008™ empfohlen.»

«Die gleiche Empfehlung wird auch für den Ligabetrieb sowohl in Deutschland als auch in der Schweiz und in Österreich sowie für sonstige Grossveranstaltungen wie das Public Viewing ausgesprochen.»

«Die Empfehlungen beruhen auf eindeutigen, signifikanten Ergebnissen, die zum einen durch die Sensitivitätsanalyse bestätigt wurden, zum anderen trotz eher konservativen Annahmen bezüglich der Mehrwegbecherszenarien deren deutliche Vorteile gegenüber allen Einwegbechersystemen aufzeigen.»

bestehen bleiben. Diese Handlungsempfehlungen der Studie sind so robust, dass sie auch dann nicht umgestossen werden, wenn für die Ökobilanzrechnungen die Extremwerte des Parameter-Streubereichs benutzt werden.

- Es sind die heutigen Gegebenheiten und Realitäten im untersuchten System, die zu diesem Ergebnis geführt haben. Es mag sein, dass zukünftige Verhältnisse zu anderen Resultaten führen und folglich die Handlungsempfehlungen dannzumal vielleicht anders ausfallen werden.
- Die Studie liefert eine praxistaugliche Antwort auf die Frage des Auftraggeber-Kollektivs (BMLFUW in Österreich und BAFU in der Schweiz), welche Gebinde für den Getränkeausschank an einer Grossveranstaltung wie der Fussball-Europameisterschaft UEFA EURO 2008™ zu einer insgesamt geringeren Umweltbeanspruchung führen: Mehrweg-Becher.  
Die Studie stellt den Regierungs- und Verwaltungsstellen eine belastbare Datensammlung zur Verfügung, welche für die Begründung allfälliger legislativer Auflagen betr. zu verwendender Gebinde an Grossveranstaltungen dienen kann.
- Die Studie liefert eine praxistaugliche Handlungsempfehlung auch den Verantwortlichen derartiger Grossveranstaltungen bzgl. der Gebinde, welche sie aus Gründen der geringeren Umweltbeanspruchung für den Getränkeausschank bevorzugen sollen: Mehrweg-Becher.  
Die Studie stellt den Organisatoren eine belastbare Datensammlung zur Verfügung, welche für die weitere ökologische Verbesserung der Logistik dienen kann.

**Alles in allem genommen:**

**Der Auftrag, den die drei Ersteller vom Österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) sowie vom Schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) entgegengenommen haben, ist mit der Studie «Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Getränkeauschank an Veranstaltungen» vom 24. September 2008 gut erledigt worden.**

Der Gutachter:

**Paul W. Gilgen**

CH-8600 Dübendorf, 3. April 2009

**Adresse des Gutachters:**

Paul W. Gilgen

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)  
Überlandstrasse 129  
CH-8600 Dübendorf  
Schweiz

## Telefon

Zentrale ++41 (0) 44 823 5511  
Direktwahl ++41 (0) 44 823 4970

E-Mail [paul.gilgen@empa.ch](mailto:paul.gilgen@empa.ch)