

## Anmerkung zur Vergleichsökobilanz

Zweck der ›Vergleichenden Ökobilanz‹ ist die Gegenüberstellung zweier Konzepte zur mobilen Sanitärhygiene mit Einsatz im Caravanning. In nachfolgendem Dokument wird die Verwendung von Kunststoffolie mit der eines konventionellen Sanitärzusatzes ökologisch verglichen und bilanziert.

Zur Veröffentlichung der Vergleichsökobilanz wurde Inhalt an einzelnen Stellen geschwärzt bzw. Seiten entfernt. Dies dient dem Zweck, Informationen über die detaillierte Zusammensetzung des Sanitärzusatzes und der produzierenden Firma als auch der Formulierung der Barriere-Folie vertraulich zu behandeln. Die Vorgehensweise, Zwischen- und Endergebnisse und im letzten Schluss die Aussagekraft der vergleichenden Ökobilanz wird dadurch nicht beeinflusst.

Der zum Vergleich herangezogene Sanitärzusatz ist nach GHS (Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) gemäß der EU-Kennzeichnung (Richtlinie 67/548/EWG) als ätzend (Kennbuchstabe C), **nicht** jedoch als umweltgefährlich (Kennbuchstabe N) eingestuft. Die Ökobilanz vergleicht lediglich die Verbrauchsmaterialien. Sprich Polymerolie und Sanitärchemie.

**Nicht** in die Ökobilanz sind die folgenden Aspekte eingeflossen:

---

Wasserverbrauch zur Nutzung einer konventionellen Kassettentoilette

---

Belastung der Umwelt (Gewässer, Böden) durch Medikamente, Hormone oder sonstige Rückstände in den Hinterlassenschaften

---

Nutzung von bio-basierten Polymeren für die Folie

---

Produktionsstandort der Toiletten und CO<sub>2</sub>-Fußabdruck durch Transport in Zielmärkte

---

Zusätzliche Fahrwege zur fachgerechten Entsorgung von Sanitärchemie

---

Durch die Verwendung von Kunststoff als Trägermaterial wird beim Clesana Konzept im Vergleich zur konventionellen Chemietoilette mehr CO<sub>2</sub> eingespart, als durch die Herstellung und Entsorgung der Folie entsteht. Mehr noch, durch das Konzept werden zudem Ressourcen geschont und die Umwelt geschützt. Um Einflüsse auf Mensch und Natur so weit wie möglich reduzieren, kombinieren wir auch in Zukunft modernste Herstellungsverfahren und Materialien.

Wir produzieren deshalb ausschließlich in der Schweiz und Deutschland und sind bereits jetzt an der Entwicklung von biologischer Folie mit denselben Barriere-Eigenschaften. Mit dem Ziel der weiteren Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks, ganz ohne Kompromisse in Sachen Hygiene und Umweltverträglichkeit.



**Markus Erb**, Geschäftsführer



**Daniel Beller**, Geschäftsführer



# Vergleichsökobilanz

**der Campingtoilette C1 der Firma Clesana AG und einer  
konventionellen Kassetten-Chemietoilette der Firma ■■■■**  
**Betrachtungsgegenstand: Von Herstellung bis Entsorgung der  
Verbrauchsmaterialien für die Nutzungsphase**

Im Auftrag von

Firma: Clesana AG  
Strasse: Werdenstraße 72  
Ort: 9472 Grabs  
Land: Schweiz

Ansprechpartner beim Auftraggeber: ■■■■  
E-Mail: ■■■■  
Telefon: ■■■■

Ansprechpartner bei Fokus Zukunft: ■■■■  
E-Mail: ■■■■  
Telefon: ■■■■

Fokus Zukunft GmbH & Co. KG  
Richard-Wagner-Str. 20  
82335 Berg

Tel.: +49 8151 953446  
Fax.: +49 8151 953445  
[info@fokus-zukunft.com](mailto:info@fokus-zukunft.com)

## Inhalt

1	Projektziel	3
2	Rahmenbedingungen und Systemgrenzen	4
3	Wirkungsabschätzung: Herstellungsphase	6
3.1	Midpoint-Wirkungskategorien	7
4	Wirkungsabschätzung: Entsorgungsphase	9
4.1	Midpoint-Wirkungskategorien	9
4.2	Endpoint- Wirkungskategorien	11
5	Ergebnisse und Bewertung	12
5.1	Midpoint Wirkungskategorien: Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien	12
5.2	Midpoint Wirkungskategorien: Entsorgungsprozess der Verbrauchsmaterialien	12
5.3	Gesamtbetrachtung: Herstellung und Entsorgung	14

## 1 Projektziel

Fokus Zukunft wurde beauftragt eine vergleichende Ökobilanz für das Unternehmen Clesana zu erstellen. Gegenstand dieser Bilanz sollte die Nutzung von Kunststoffolie auf fossiler Basis mit einem nicht umweltgefährdenden Sanitärzusatz (EU-Kennzeichnung gemäß Richtlinie 67/548/EWG; Gefahrenbezeichnung: Umweltgefährlich) der Firma ■■■ sein. Hierfür wurden mit dem Auftraggeber der Erhebungszeitraum und die Systemgrenzen festgelegt.

Die erforderlichen Daten für die Ökobilanzierung wurden Fokus Zukunft vom Auftraggeber für beide Produkte zur Verfügung gestellt.

## 2 Rahmenbedingungen und Systemgrenzen

Die vorliegende Ökobilanz begrenzt sich auf die Nutzungsphase der Campingtoiletten. Die Nutzungsphase ist der Zeitraum, in der die Toilette im Campingfahrzeug in Ihrer Funktion genutzt wird. Im Fall der Campingtoiletten beziehen sich die Betrachtungen auf den Herstellungsprozess (Es wird nur die Herstellung „Point to Sale“ der Verbrauchsmaterialien für die Nutzungsphase (Materialien zur Entsorgung der Fäkalien) ohne Transporte betrachtet) und den Entsorgungsprozess der eingesetzten Verbrauchsmaterialien, die während der Nutzungsphase anfallen. Rohstoffgewinnung, Herstellung, Entsorgung und Recycling der Toiletten liegen außerhalb der festgelegten Systemgrenzen.

**Für die Nutzungsphase wurden für beide Toiletten folgende Annahmen zur Nutzung getroffen:**

<b>Anzahl groß Geschäft pro Tag</b>	1
<b>Anzahl klein Geschäft pro Tag</b>	4
<b>Anzahl Tage unterwegs pro Jahr</b>	30
<b>Menge Urin pro Tag in Liter</b>	1,5
<b>Menge Kot pro Tag in Kg</b>	0,3
<b>Totale Menge Wasser in Ausscheidungen in Liter pro Tag</b>	1,725
<b>Totale Menge Wasser in Ausscheidungen in Liter pro Jahr</b>	51,75

Ausgehend von diesen Annahmen wurde eine funktionelle Einheit (= quantifizierter Nutzen eines Produktsystems für die Verwendung als Vergleichseinheit) festgelegt. Für diese Vergleichsökobilanz wurde die Totale Menge Wasser in Ausscheidungen pro Person in Liter/Jahr (nach Annahmen von Clesana 51,75 Liter) als funktionelle Einheit festgelegt. Diese ergibt sich aus der Annahme der Reisetage/Jahr und der Annahme der Ausscheidungen in Liter pro Tag. Anhand dieser Einheit wurden die Umweltwirkungen der jeweiligen Varianten miteinander verglichen.

Die Ermittlung der Umweltwirkungen der Verbrauchsmaterialien der jeweiligen Toilettennutzungsart basieren auf den Sachbilanzdaten, die FOKUS Zukunft von der Clesana AG bereitgestellt wurden.

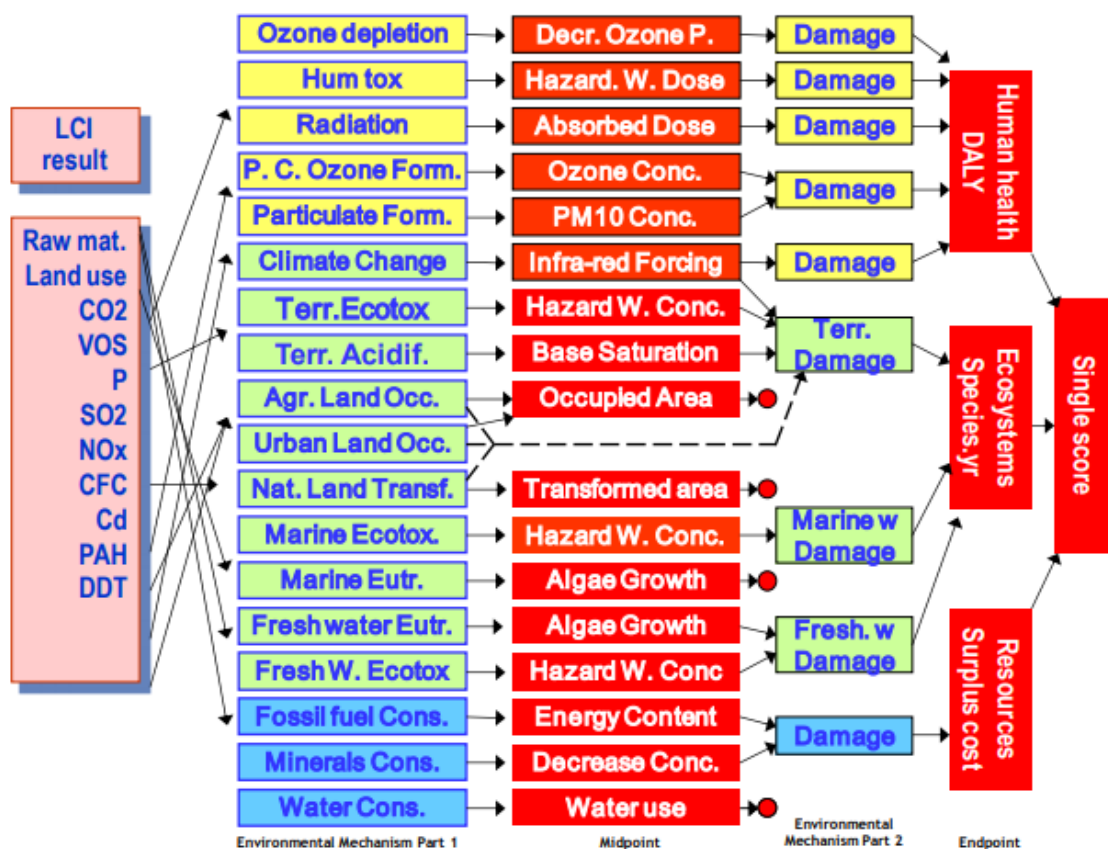
### 3 Wirkungsabschätzung: Herstellungsphase

Als Datenbank für die Bestimmung der Charakterisierungsfaktoren wurde die Version 3.4 (2017) von ecoinvent herangezogen. Konkret wurden die Daten der Database ReCiPe (H); Allocation at the point of substitution entnommen.

Das bedeutet, dass bei den verwendeten Charakterisierungsfaktoren auch die Substitution von Koppelprodukten (z.B. Energieerzeugung aus verbranntem Plastik) berücksichtigt wird.

Die Umweltwirkungen der beiden Entsorgungsprozesse während der Nutzungsphase wurden anhand von drei Wirkungskategorien analysiert. Hierbei wurden die Wirkungskategorien nach dem LCA-Modell ReCiPe festgelegt. Es wurden 4 Midpoint Wirkungskategorien betrachtet.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über das ReCiPe-Modell zu Midpoint- und Endpoint- Wirkungskategorien:



### 3.1 Midpoint-Wirkungskategorien

**Die Midpoint-Wirkungskategorien für diese Vergleichsököbilanz sind:**

- **Climate Change (GWP100 in kg CO<sub>2</sub> Äquivalente):**  
Beschreibt das Treibhauspotential als eine Maßzahl für ihren relativen Beitrag zum Treibhauseffekt; Beinhaltet alle klimarelevanten Gase als CO<sub>2</sub>-Äquivalente; Betrachtungsdauer: 100 Jahre
- **Terrestrial acidification (TAP100 in kg SO<sub>2</sub> Äquivalente):**  
Beschreibt die Veränderungen der chemischen Eigenschaften des Bodens als SO<sub>2</sub>-Äquivalente durch die Deposition von Nährstoffen (Stickstoff und Schwefel) in einer versauernden Form. Dabei werden Stickstoffoxide, Ammoniak und Schwefeloxide berücksichtigt. Diese Kategorie beschreibt die Auswirkungen auf den Boden-pH, die Basensättigung und den Anteil an gelöstem Aluminium in der Bodenlösung.  
Betrachtungsdauer: 100 Jahre
- **Freshwater ecotoxicity (FETPinf in kg 1,4-DCB-Äquivalente)**  
Beschreibt die Auswirkung der Stoffe aus dem Entsorgungsprozess auf die belebte Umwelt, in diesem Fall auf das Frischwasser. Der Wert wird als 1,4-DCB-Äquivalente angegeben.
- **Human toxicity (kg 1,4-DCB-Äquivalente)**  
Beschreibt die Auswirkungen der Entsorgungsprozesse von giftigen Substanzen auf das menschliche Umfeld. Es drückt den potenziellen Schaden auf die menschliche Umgebung aus. Der Wert wird als 1,4-DCB-Äquivalente angegeben.

## 4 Wirkungsabschätzung: Entsorgungsphase

Als Datenbank für die Bestimmung der Charakterisierungsfaktoren wurde die Version 3.4 (2017) von ecoinvent herangezogen. Konkret wurden die Daten der Database ReCiPe (H); Allocation at the point of substitution entnommen.

Das bedeutet, dass bei den verwendeten Charakterisierungsfaktoren auch die Substitution von Koppelprodukten (z.B. Energieerzeugung aus verbranntem Plastik) berücksichtigt wird.

Die Umweltwirkungen der beiden Entsorgungsprozesse während der Nutzungsphase wurden anhand von drei Wirkungskategorien analysiert. Hierbei wurden die Wirkungskategorien nach dem LCA-Modell ReCiPe festgelegt. Es wurden 4 Midpoint Wirkungskategorien betrachtet und ausgehend von diesen auch die Endpoint-Auswirkungen qualitativ bestimmt.

**Die im Kapitel 3 abgebildete Grafik gibt einen Überblick über das ReCiPe-Modell zu Midpoint- und Endpoint- Wirkungskategorien.**

### 4.1 Midpoint-Wirkungskategorien

**Die Midpoint-Wirkungskategorien für diese Vergleichsökokobilanz sind:**

- **Climate Change (GWP100 in kg CO<sub>2</sub> Äquivalente):**  
Definition siehe Kapitel 3.1
- **Terrestrial acidification (TAP100 in kg SO<sub>2</sub> Äquivalente):**  
Definition siehe Kapitel 3.1
- **Freshwater ecotoxicity (FETPinf in kg 1,4-DCB-Äquivalente)**  
Definition siehe Kapitel 3.1
- **Human toxicity (kg 1,4-DCB-Äquivalente)**  
Definition siehe Kapitel 3.1



## 4.2 Endpoint- Wirkungskategorien

Für die Endpoint-Wirkungskategorien wurde analysiert, auf welche Schutzgüter die jeweiligen Wirkungskategorien Auswirkungen haben. Diese Analyse basiert auf einer qualitativen Darstellung und schließt quantitative Berechnungen aus, da diese aufgrund Ihrer Komplexität nicht in den Rahmen der Vergleichsöko Bilanz eingepflegt werden. Bei der Entsorgung wurden die Endpoint-Kategorien gesondert betrachtet, da die Umweltwirkungen durch Verbrennung oder Abgasbehandlung einen deutlichen Einfluss auf die Schutzgüter Mensch und Ökosystem haben und eine qualitative Betrachtung deshalb sinnvoll ist.

**Die Endpoint-Wirkungskategorien nach dem ReCiPe Modell sind folgende Schutzgüter:**

- **Human health:**

Beschreibt die finalen Auswirkungen der Midpoint-Kategorien auf die menschliche Gesundheit; Einheit DALY (=Behinderungs bereinigte Lebensjahre); Einheit: Jahre

- **Ecosystem quality**

Beschreibt die finalen Auswirkungen der Midpoint-Kategorien auf die Qualität des Ökosystems und den Schaden an der Ökosystemdiversität; Einheit Species\*year; Verlust an Arten während eines Jahres.

- **Damage to resource availability**

Beschreibt den Schaden an der Ressourcenverfügbarkeit in ; Es werden die angestiegenen Kosten als Indikator herangezogen

## 5 Ergebnisse und Bewertung

### 5.1 Midpoint Wirkungskategorien: Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien

Für die Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien (Ohne Betrachtung von Transportwegen), die in der Nutzungsphase für die Entsorgung der Fäkalien verwendet werden, ergeben sich folgende Wirkungsindikatoren-Werte:

1 Jahr	Clesana C1	■■■
Climate Change	5,5171357	8,487477008
Terrestrial Acidification	0,020012726	0,03908885714
Freshwater ecotoxicity	0,067287725	0,2953557125
Human toxicity	0,68276216	2,348947595

In der Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien für die Entsorgung in der Nutzungsphase hat der Sanitärzusatz der Firma ■■■ höhere Umweltwirkungen in allen betrachteten Wirkkategorien.

### 5.2 Midpoint Wirkungskategorien: Entsorgungsprozess der Verbrauchsmaterialien

Aus den Sachbilanzdaten, die von Clesana bereitgestellt wurden und den Charakterisierungsfaktoren aus der Datenbank konnten die Umweltwirkungen berechnet werden.

**Die folgende Tabelle stellt die Rohergebnisse des Environmental impact des Entsorgungsprozesses der Fäkalien beider Produkte für ein Jahr dar:**

	Clesana C1	■■■
Climate Change GWP in kg CO <sub>2</sub> Äquivalente	5,418151	3,660463403
Terrestrial acidification (TAP100 in kg SO <sub>2</sub> Äquivalente)	0,0005372685	0,005626
Freshwater ecotoxicity (FETPinf in kg 1,4-DCB-Eq)	0,1888987	0,1205446603
Human toxicity (kg 1,4-DCB-Äquivalente)	0,9076851	1,065331163

Aus den Ergebnissen in den Tabellen geht hervor, dass die Clesana C1 höhere Umweltwirkungen in den Wirkungskategorien Climate Change GWP100 und Freshwater ecotoxicity hat.

Bei den Wirkungskategorien Terrestrial acidification und Human toxicity weist der Sanitärzusatz der Firma ■■■ die gravierenderen Umweltwirkungen auf. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass die Variante mit den Chemikalien sich auf die chemischen Eigenschaften des Bodens substanzschädlicher auswirkt als der Verbrennungsprozess. Durch den Entsorgungsprozess des Sanitärzusatzes ergeben sich größere Auswirkungen auf die Basensättigung, den pH-Wert und die Nährstoffzusammensetzung terrestrischer Böden (ReCiPe, 2008, S. 53-57). Die größeren Umweltwirkungen beim Aspekt Human toxicity geben einen Hinweis darauf, dass die Entsorgung der Verbrauchsmaterialien beim Sanitärzusatz der Firma ■■■ umweltschädlichere Wirkungen auf das menschliche Umfeld hat.

### 5.3 Gesamtbetrachtung: Herstellung und Entsorgung

Rechnet man die Emissionen für die Herstellung und für die Entsorgung der Verbrauchsmaterialien zusammen, kann man die Gesamt-Umweltwirkungen der jeweiligen Varianten für die beiden betrachteten Module während der Nutzungsphase bestimmen:

Herstellung und Entsorgung Verbrauchsmaterialien 1 Jahr	Clesana C1	■■■
Climate Change	10,9352867	12,14794041
Terrestrial Acidification	0,0205499945	0,04471485714
Freshwater ecotoxicity	0,256186425	0,4159003728
Human toxicity	1,59044726	3,414278758

Die Ergebnisse legen offen, dass die Verbrauchsmaterialien für die Nutzung der Clesana C1 insgesamt in der Herstellung und in der Entsorgung zusammen (Ohne Betrachtung von Transportwegen) geringere Umweltwirkungen aufweisen als die Verbrauchsmaterialien für das Produkt der Firma ■■■.

## Endpoint Betrachtung der Gesamt-Ergebnisse


Die qualitative Sachlage bei den Endpoint Wirkungskategorien unterscheidet sich in Ihrer Aussage nach einem Jahr nicht von der Aussage nach mehreren Jahren Nutzungsphase.


Die Midpoint-Kategorien dieser Vergleichsökobilanz haben nach ReCiPe einen unmittelbaren Einfluss auf die Endpoint-Kategorien. Sie beschreiben die Auswirkungen auf die Schutzgüter Menschliche Gesundheit, Qualität des Ökosystems und Ressourcenverbrauch. Folgende Auflistung zeigt die Midpoint-Kategorien und die Endpoint-Kategorien, die unmittelbar beeinflusst werden.


- a) Climate Change
  - Damage to Human health
  - Damage to Ecosystem quality
- b) Terrestrial Acidification
  - Damage to Ecosystem quality
- c) Freshwater ecotoxicity
  - Damage to Ecosystem quality
- d) Human toxicity
  - Damage to Human health


Für die vorliegende Vergleichsökobilanz bedeutet das, dass die Endpoint-Auswirkungen Clesana C1 insgesamt bei der Endpoint-Betrachtung beider Prozessmodule (Herstellung + Entsorgung der Verbrauchsmaterialien) zusammen bessere Werte vorweisen als die Nutzung einer Kassettoilette unter Verwendung des Sanitärzusatzes der Firma ■■■.


Es soll dargestellt werden, wie sich die Verbrauchsmaterialien der Nutzungsphase in der Herstellung und in der Entsorgung auf die entsprechenden Endkategorien auswirken. Das Modell mit der besseren Umweltwirkung auf Endpoint-Ebene – einbezogen Herstellung und Entsorgung der Verbrauchsmaterialien zusammen - ist mit einem + gekennzeichnet.

Climate change: Impact on Human health 		
	Clesana C1	■■■
Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien und Entsorgungsphase der Verbrauchsmaterialien	+	-

Climate change: Impact on ecosystem quality 		
	Clesana C1	■■■
Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien und Entsorgungsphase der Verbrauchsmaterialien	+	-

Freshwater ecotoxicity: Impact on Ecosystem quality 		
	Clesana C1	■■■
Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien und Entsorgungsphase der Verbrauchsmaterialien	+	-

Terrestrial Acidification: Impact on Ecosystem quality 		
	Clesana C1	■■■
Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien und Entsorgungsphase der Verbrauchsmaterialien	+	-

Human Toxicity: Impact on Human Health 		
	Clesana C1	■■■
Herstellungsphase der Verbrauchsmaterialien und Entsorgungsphase der Verbrauchsmaterialien	+	-