



c7-consult
sustainable performance

Bericht zur Ökobilanz OP-Textilien
Mehrweg & Einweg
Akronym: LCA OP-Textilien

Endbericht 17.06.2024
Version 1.0
Erstellter Roland Fehringer

Inhalt

1	Ausgangssituation	3
2	Zielsetzung und Rahmen	3
2.1	Ziel der Analyse.....	3
2.2	Organisation der Studie.....	3
2.3	Zielgruppe.....	3
2.4	Funktionelle Einheit.....	3
2.5	Lebensweg und Systemgrenzen.....	4
2.5.1	Lebensweg.....	4
2.5.2	Systemgrenzen.....	5
2.6	Allokation.....	5
2.7	Kritisches Review.....	5
2.8	Datensammlung und Datenqualität.....	6
2.9	Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen.....	7
2.10	Normierung.....	7
3	Untersuchte OP-Textilien	8
3.1	OP-Mäntel.....	8
3.2	OP-Tücher.....	8
3.3	Produktionsabfall.....	10
3.4	Verpackung bei der erstmaligen Anlieferung.....	10
3.5	Reinigung und Sterilisation.....	10
3.5.1	Reinigung.....	10
3.5.2	Sterilisation.....	10
3.6	Auslieferung.....	11
3.7	Wasserverbrauch beim Waschen.....	11
4	Ergebnisse	12
4.1	Ergebnisse der Ökobilanz für ein OP-SET.....	12
4.2	Sensitivitätsanalyse Umlaufzahl.....	19
5	Zusammenfassung Ökobilanz OP-Textilien	20
5.1	Allgemein.....	20
5.2	Product Carbon Footprint.....	21
6	Schlussfolgerung	23
7	Review Statement	24

1 Ausgangssituation

2012 wurde erstmals der Product Carbon Footprint von OP-Textilien berechnet. Die Berechnung bezog sich auf einen Vergleich von Mehrweg OP-Textilien gegenüber Einweg OP-Artikeln. Das Ergebnis fiel eindeutig zu Gunsten der Mehrwegtextilien aus.

Vor der Veröffentlichung hat der Autor darauf hingewiesen, dass die Berechnung einer Ökobilanz sinnvoll sein könnte, um die Ergebnisse besser abzusichern. Auch die Ökobilanz zeigte deutliche Vorteile der Mehrweg OP-Textilien gegenüber den Einweg OP-Artikeln.

Mehr als 10 Jahre nachher soll wiederum mittels Ökobilanz überprüft werden, ob die Ergebnisse von damals noch immer zutreffen.

2 Zielsetzung und Rahmen

2.1 Ziel der Analyse

Das Ziel der vorliegenden Analyse ist die Erstellung einer Ökobilanz von Mehrweg und Einweg OP-Sets gemäß ISO 14044 Ökobilanz unter Berücksichtigung des aktuellen Datenstandes im gesamten Lebenszyklus.

2.2 Organisation der Studie

Die Studie „LCA OP-Textilien“ wurde von der SALESIANER MIETTEX GmbH beauftragt und von Roland Fehring, c7-consult im Zeitraum April bis August 2023 erstellt.

2.3 Zielgruppe

Der vorliegende Bericht richtet sich an den Auftraggeber und fachkundige Leser. Im Sinne der Transparenz werden auch spezifische Daten im Bericht veröffentlicht. Zusätzlich zu diesem Kurzbericht sind die Ergebnisse auch in einer MS Power Point Präsentation im PDF-Format verfügbar.

Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Analyse sollen einen sachorientierten Dialog über die ökologische Bewertung der untersuchten OP-Textilien auf Basis der aktuellen Datengrundlage fördern. Eine weitere Zielgruppe sind daher Entscheidungsträger bei öffentlichen und privaten Krankenhäusern und Einrichtungen im Gesundheitswesen allgemein.

2.4 Funktionelle Einheit

Als funktionelle Einheit wird eine durchschnittliche Operation definiert, bei der drei OP-Mäntel und 1,5 Universalsets benötigt werden. Ein Universal-Set besteht aus:

- 2 Abdecktücher I
- 1 Abdecktuch II
- 1 Tischbezug
- 1 Einschlagtuch
- 1 Anästhesietuch

Mehrweg OP-Sets bestehen beispielsweise aus Polyester und können etwa 40-mal wiederverwendet werden. Einweg OP-Sets werden aus Polyolefinen oder Zellstoff hergestellt.

Tabelle 1: Umlaufzahlen Mehrweg

Mehrweg	
Anzahl der Wiederverwendungen	Umlauf
Mikrofasermantel	36,7
Laminatmantel	38,1
Abdecktuch I	33,3
Abdecktuch II	58,5
Anästhesietuch	39,3
Einschlagtuch	39,9
Tischbezug	37,2
Mittelwert	40,4

Die Auswahl der zu bilanzierenden Umweltauswirkungen orientiert sich an den Vorgaben des Product Environmental Footprint (PEF), die von der Europäischen Kommission veröffentlicht wurde.

2.5 Lebensweg und Systemgrenzen

2.5.1 Lebensweg

Mehrweg-Mikrofasermäntel bestehen hauptsächlich aus spanischen Polyesterfasern und werden in Bukarest, Rumänien konfektioniert.

Mehrweg

Mehrweg-Laminatmäntel und alle Mehrwegtücher enthalten zusätzlich noch Polyurethan. Die Rohstoffe werden in Deutschland und Malaysia hergestellt. Der erste Konfektionierungsschritt erfolgt in Vicenza, Italien, der zweite Konfektionierungsschritt in Chisinau, Moldawien. Die Endfertigung und Endkontrolle geschehen wieder in Italien.

SALESIANER MIETTEX setzt 34 % Laminatmäntel und 66 % Mikrofasermäntel ein. Bei den Mehrweg OP-Mäntel wurde seitens SALESIANER MIETTEX GmbH die Zusammensetzung der beiden Mäntel in den Größen Medium und Large übermittelt. Für die Analyse wurde der Mittelwert gebildet. Der Microfasermantel Medium hat ein Gesamtgewicht von 512 g und in Large von 547 g. In die Analyse gehen 530 g ein.

Einweg

Einweg-Zellstoffmäntel bestehen aus Polyesterfasern und Zellulosevlies. Einweg-SMMS-Mäntel bestehen aus Polypropylen. Sowohl die Herstellung der Rohstoffe als auch die Konfektionierung der Einwegmäntel erfolgt in China.

Bei **Spunbond** (Spinnvlies) werden die Filamente oder Fasern wie beim herkömmlichen Spinnverfahren aus Schmelze oder Lösung ersponnen. Spunbond-Prozesse sind industrielle Produktionsprozesse zur Herstellung von Vliesstoffen, wie man sie beispielsweise in Windeln findet.

Meltblown ist ein Vliesstoff aus extrem feinen, schmelzgesponnenen Mikrofasern. Diese Fasern sind bis zu siebzig Mal dünner als ein menschliches Haar und damit im Faserdurchschnitt teilweise nur einen Mikrometer dick.

Es wird eine Verteilung von 50 % Zellstoffmäntel und 50 % SMMS-Mäntel angenommen. Einwegtücher bestehen aus Zellulosevlies und Polypropylen aus China. Die Konfektionierung der Einwegtücher erfolgt in Sibiu, Rumänien.

In der vorliegenden Analyse werden folgende Lebenszyklusabschnitte separat berechnet:

- Herstellung der Textilien
 - Produktion, Produktionsabfall, Antransport, Konfektionierung, Verpackung der Neuware bei erstmaliger Anlieferung zur Wäscherei
- Waschen & Sterilisation
 - Waschmittel- und Wassereinsatz, Energie (Strom und Erdgas), Sterilisation
- Verpackung bei der Auslieferung
 - Verpackung Krepp-Papier und LDPE-Folie
- Auslieferung und Rücktransport zur Wäscherei
- Lebensende
 - Transport zur Verwertung
 - Verwertung am Lebensende
- Die Verwertung der Verpackung wird nicht bilanziert. Dies ist konservativ zugunsten der Einwegartikel. Bei der Verpackung der Mehrweg OP-SETS wird zwar mehr Karton benötigt, aber bei Einweg OP-SETS wird zusätzlich auch eine LDPE-Folie verwendet.

2.5.2 Systemgrenzen

Als zeitliche Systemgrenze wird das Jahr 2022 festgelegt. Dies bedeutet, dass die Massen der einzelnen Textilien, die Lieferketten, Energieverbrauch und Waschmitteleinsatz beim Waschen sowie die abfallwirtschaftliche Situation denen im Jahr 2022 entsprechen.

Als räumliche Systemgrenze wird Österreich festgelegt.

Die Verwertung und Entsorgung der Produktionsabfälle bei der Herstellung der Textilien orientiert sich an den Gegebenheiten der einzelnen Produktionsländer.

2.6 Allokation

Da die betrachteten OP-Textilien keine Rezyklatanteile enthalten, ist eine Allokation nur am Lebensende notwendig, wenn die OP-Textilien einer Verwertung zugeführt werden.

In der vorliegenden Ökobilanz wird die systembezogene Allokation nach der 50:50 Methode durchgeführt (UBA D, 2002). Dies bedeutet, dass die Belastungen und Gutschriften der Verwertung zu je 50 % auf das abgebende System (OP-Textilien) und das aufnehmende System aufgeteilt werden (open-loop).

2.7 Kritisches Review

Gemäß ISO 14044 wird die Ökobilanz nach Fertigstellung im Frühjahr 2024 einem kritischen Review unterzogen. Der Gutachter der abgeschlossenen Ökobilanz ist:

- **Bernd Brandt**, Selbständiger Unternehmensberater.

Der Reviewer prüft, ob die angewendete Methode der ISO 14044 entspricht, ob die Ökobilanz wissenschaftlich und technisch korrekt durchgeführt wird, ob die verwendeten Sachbilanzdaten hinsichtlich der Ziele der Studie ausreichend und zweckmäßig sind und

ob die Interpretation der Ergebnisse korrekt ist. Das Review dient der Qualitätssicherung der vorliegenden Ökobilanz.

2.8 Datensammlung und Datenqualität

Zur Erstellung einer objektiven Ökobilanz sind viele unterschiedliche Daten erforderlich. Besonderes Augenmerk gilt den, bei Ökobilanzen für OP-Textilien, relevanten Daten wie:

- Material, Masse der OP-Textilien
- Umlaufzahl von Mehrweg-Textilien
- Konfektionierung der Einweg OP-Textilien
- Waschen der Mehrweg OP-Textilien
- Verpackung bei der Auslieferung ins Krankenhaus
- Abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen sowie Verwertung und Entsorgung am Lebensende.

Mit Ausnahme der Daten zu den abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Transportentfernungen wurden sämtliche Daten von SALESIANER MIETTEX zur Verfügung gestellt. Die Produktions- und Konfektionierungsstandorte wurden recherchiert, Massen der OP-Textilien gewogen und die Umlaufzahlen über Chips in den OP-Textilien erfasst.

Die Datenqualität der kritischen Parameter kann als sehr hoch eingestuft werden, da diese Daten auch zu Einwegartikel bei SALESIANER MIETTEX GmbH aufliegen.

- Masse der einzelnen Artikel
- Hersteller und Herstellländer der Fasern, Ort der Konfektionierung, Transportentfernungen
- Ressourceneinsatz beim Waschen (Wasser, Waschmittel, Energie)
- Verpackung bei der Auslieferung
- Umlaufzahlen der OP-Textilien über Chip in den Textilien
- Lebensende

Weniger kritische Daten wurden gemeinsam mit SALESIANER MIETTEX GmbH abgeschätzt:

- Produktionsabfall bei der Faserherstellung
- Produktionsabfall bei der Gewebeerstellung aus Fasern
- Produktionsabfall und Stromverbrauch bei der Konfektionierung

Die abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen wurden von c7-consult aufgrund langjähriger Erfahrung im Bereich Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft abgeschätzt und die Transportentfernungen zur Konfektionierung und Anlieferung nach Österreich

Die Umrechnung der Sachbilanzdaten in Ökobilanzdaten erfolgt mit Hilfe der wissenschaftlich anerkannten Datenbank Ecoinvent in der im Dezember 2022 veröffentlichten Version 3.9.1 (Wernet et al., 2016)¹.

2.9 Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen

In der vorliegenden Studie werden folgende Wirkungskategorien und Sachbilanzgrößen berechnet. Die Auswahl orientiert sich an gängigen Ökobilanzen, den Empfehlungen der Europäischen Kommission aus dem Projekt „Product Environmental Footprint (PEF)“ und den in Ecoinvent bewerteten Wirkungskategorien.

Wirkungskategorien

- Klimawandel [kg CO₂-Äqu.]
- Versauerungspotential [mol H⁺-Äqu.]
- Ozonschichtzerstörung [g CFC-11-Äqu.]
- Photochemische Oxidantienbildung (Sommersmog) [kg NMVOC-Äqu.]
- Ökotoxizität Frischwasser [CTUe]
- Eutrophierung Frischwasser [kg P-Äqu.]
- Eutrophierung Meerwasser [kg N-Äqu.]
- Eutrophierung Böden [mol N-Äqu.]
- abiotischer Ressourcenverbrauch - Mineralien & Metalle [kg Sb-Äqu.]
- Wassernutzung - Entzugspotential [m³ Weltäquivalent entzogen]
- Bildung von Feinstaub [Krankheitsgeschehen]

Sachbilanzgrößen

- Kumulierter Energieaufwand - nicht-erneuerbar [MJ-Äqu.]
- Kumulierter Energieaufwand - erneuerbar [MJ-Äqu.]
- Kumulierter Energieaufwand - KEA, gesamt [MJ-Äqu.]
- Wasserverbrauch [m³]
 - aller Prozessschritte
 - gesamt inklusive Wasserverbrauch beim Waschen
- Abfall [kg]
 - aller Prozessschritte
 - gesamt inklusive der Masse der OP-Textilien am Lebensende

2.10 Normierung

Eine Normierung der Umweltwirkungen wurde nicht durchgeführt.

¹ Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., (2016): The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] 21(9), pp.1218-1230. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8> [Zugriff: Juli bis August 2023].

3 Untersuchte OP-Textilien

3.1 OP-Mäntel

Die Masse und Zusammensetzung der untersuchten OP-Mäntel sind in den folgenden Tabellen ersichtlich.

Tabelle 2: Masse und Zusammensetzung der untersuchten OP-Mäntel

Mikrofasermantel	Anteil	66%
Umlauf		36,7
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	96,7%	512,05
Carbonfaser	1,0%	5,23
Fluorcarbonausrüstung	1,0%	5,23
Polyurethan (Membran + Kleber)		-
Polyesterfaser		-
Druckknöpfe	1,4%	7,20
Zellulosevlies		-
PP - Folie		-
PP - Vlies		-
PE - Folie		-
Summe	100,0%	529,7

Zellstoffmantel	Umlauf	50%
Umlauf		1,0
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	29,7%	42,17
Carbonfaser		-
Fluorcarbonausrüstung	1,0%	1,42
Polyurethan (Membran + Kleber)		-
Polyesterfaser		-
Druckknöpfe		-
Zellulosevlies	69,3%	98,41
PP - Folie		-
PP - Vlies		-
PE - Folie		-
Summe	100,0%	142,0

Laminatmantel	Anteil	34%
Umlauf		38,1
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	40,7%	221,44
Carbonfaser	0,4%	2,24
Fluorcarbonausrüstung	0,04%	0,23
Polyurethan (Membran + Kleber)	20,7%	112,90
Polyesterfaser	36,8%	200,71
Druckknöpfe	1,3%	7,20
Zellulosevlies		-
PP - Folie		-
PP - Vlies		-
PE - Folie		-
Summe	100,0%	544,7

SMMS Mantel	Umlauf	50%
Umlauf		1,0
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser		-
Carbonfaser		-
Fluorcarbonausrüstung		-
Polyurethan (Membran + Kleber)		-
Polyesterfaser		-
Druckknöpfe		-
Zellulosevlies		-
PP - Folie	100,0%	210,00
PP - Vlies		-
PE - Folie		-
Summe	100,0%	210,0

Druckknöpfe bei Mehrwegmäntel haben einen Masseanteil von 1 %. Es wird ein Antransport von 1.000 km angenommen.

3.2 OP-Tücher

Die Zusammensetzung der Universalsets ist in den folgenden Tabellen ersichtlich.

Tabelle 3: Zusammensetzung Universalset Mehrweg

Mehrweg UNI-Set								
Bezeichnung	Anzahl	Masse [g / Stk.]	Masse [g]	Massenanteil [%]	Abmessung Länge [cm]	Abmessung Breite [cm]	Fläche [m ² / Stk.]	Fläche [m ²]
Abdecktuch I	2	225	450	16%	100	100	1,0	2,0
Abdecktuch II	1	660	660	23%	180	209	3,8	3,8
Anästhesietuch	1	905	905	32%	274	240	6,6	6,6
Einschlagtuch	1	385	385	14%	200	150	3,0	3,0
Tischbezug	1	445	445	16%	145	80	1,2	1,2
Summe	6		2.845	100%				16,5

Tabelle 4: Zusammensetzung Universalset Einweg

Einweg UNI-Set								
Bezeichnung	Anzahl	Masse	Masse	Massenanteil	Abmessung	Abmessung	Fläche	Fläche
Abdecktuch I	2	165	330	28%	112,5	90	1,0	2,0
Abdecktuch II	1	161	161	14%	180	175	3,2	3,2
Anästhesietuch	1	342	342	29%	270	225	6,1	6,1
Einschlagtuch	1	153	153	13%	200	150	3,0	3,0
Tischbezug	1	183	183	16%	145	80	1,2	1,2
Summe	6		1.169	100%				15,4

Die Masse und Zusammensetzung der untersuchten OP-Tücher sind in den folgenden Tabellen ersichtlich.

Tabelle 5: Masse und Zusammensetzung der untersuchten OP-Tücher

Abdecktuch I	Umläufe	33,3	Abdecktuch I	Umläufe	1
Gesamtmasse für 2 Stück	[g]	450	Gesamtmasse für 2 Stück	[g]	330
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]	Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	82,7%	371,98	Polyesterfaser	-	-
Carbonfaser	0,2%	1,00	Carbonfaser	-	-
Fluorcarbonausrüstung	0,0%	0,10	Fluorcarbonausrüstung	-	-
Polyurethan (Membran + Kleber)	17,1%	76,90	Polyurethan (Membran + Kleber)	-	-
Polyesterfaser	-	-	Polyesterfaser	-	-
Druckknöpfe	-	-	Druckknöpfe	-	-
Zellulosevlies	-	-	Zellulosevlies	69%	226,80
PP - Folie	-	-	PP - Folie	13%	42,52
PP - Vlies	-	-	PP - Vlies	18%	60,75
PE - Folie	-	-	PE - Folie	-	-
Summe	100,0%	450,0	Summe	100,0%	330,1
Abdecktuch II	Umläufe	58,5	Abdecktuch II	Umläufe	1
Gesamtmasse	[g]	660	Gesamtmasse	[g]	161
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]	Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	88,6%	584,48	Polyesterfaser	-	-
Carbonfaser	0,5%	3,33	Carbonfaser	-	-
Fluorcarbonausrüstung	0,1%	0,33	Fluorcarbonausrüstung	-	-
Polyurethan (Membran + Kleber)	10,9%	71,85	Polyurethan (Membran + Kleber)	-	-
Polyesterfaser	-	-	Polyesterfaser	-	-
Druckknöpfe	-	-	Druckknöpfe	-	-
Zellulosevlies	-	-	Zellulosevlies	-	-
PP - Folie	-	-	PP - Folie	41%	66,15
PP - Vlies	-	-	PP - Vlies	59%	94,50
PE - Folie	-	-	PE - Folie	-	-
Summe	100,0%	660,0	Summe	100,0%	160,7
Anästhesietuch	Umläufe	39,3	Anästhesietuch	Umläufe	1
Gesamtmasse	[g]	905	Gesamtmasse	[g]	342
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]	Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	93,2%	843,90	Polyesterfaser	-	-
Carbonfaser	0,7%	6,60	Carbonfaser	-	-
Fluorcarbonausrüstung	0,1%	0,66	Fluorcarbonausrüstung	-	-
Polyurethan (Membran + Kleber)	5,9%	53,84	Polyurethan (Membran + Kleber)	-	-
Polyesterfaser	-	-	Polyesterfaser	-	-
Druckknöpfe	-	-	Druckknöpfe	-	-
Zellulosevlies	-	-	Zellulosevlies	9%	32,13
PP - Folie	-	-	PP - Folie	37%	127,58
PP - Vlies	-	-	PP - Vlies	53%	182,25
PE - Folie	-	-	PE - Folie	-	-
Summe	100,0%	905,0	Summe	100,0%	342,0
Einschlagtuch	Umläufe	39,9	Einschlagtuch	Umläufe	1
Gesamtmasse	[g]	385	Gesamtmasse	[g]	153
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]	Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	98,9%	380,77	Polyesterfaser	-	-
Carbonfaser	1,0%	3,85	Carbonfaser	-	-
Fluorcarbonausrüstung	0,1%	0,39	Fluorcarbonausrüstung	-	-
Polyurethan (Membran + Kleber)	-	-	Polyurethan (Membran + Kleber)	-	-
Polyesterfaser	-	-	Polyesterfaser	-	-
Druckknöpfe	-	-	Druckknöpfe	-	-
Zellulosevlies	-	-	Zellulosevlies	-	-
PP - Folie	-	-	PP - Folie	41,2%	63,00
PP - Vlies	-	-	PP - Vlies	58,8%	90,00
PE - Folie	-	-	PE - Folie	-	-
Summe	100,0%	385,0	Summe	100,0%	153,0

Tischbezug	Umläufe	37,2
Gesamtmasse	[g]	445
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser	84,9%	377,65
Carbonfaser	0,3%	1,46
Fluorcarbonausrüstung	0,03%	0,15
Polyurethan (Membran + Kleber)	14,8%	65,74
Polyesterfaser		-
Druckknöpfe		-
Zellulosevlies		-
PP - Folie		-
PP - Vlies		-
PE - Folie		-
Summe	100,0%	445,0

Tischbezug	Umläufe	1
Gesamtmasse	[g]	183
Zusammensetzung	Anteil	Masse [g]
Polyesterfaser		-
Carbonfaser		-
Fluorcarbonausrüstung		-
Polyurethan (Membran + Kleber)		-
Polyesterfaser		-
Druckknöpfe		-
Zellulosevlies		-
PP - Folie		-
PP - Vlies		-
PE - Folie	100%	185,60
Summe	100,0%	185,6

3.3 Produktionsabfall

Bei der Herstellung von Textilien fallen in jedem Produktionsschritt Abfälle an. Bei der Konfektionierung von Mänteln (Zuschneiden der Gewebe, Einnähen von Knöpfen etc.) sind diese höher als bei einfachen, rechteckigen Tüchern. Bei der Konfektionierung der Mäntel wird daher ein Produktionsabfall von 4 % angenommen, bei Tüchern von 2 %. Bei der Faserherstellung und bei der Gewebeerstellung wird ebenfalls ein Produktionsabfall von 2 % angenommen.

3.4 Verpackung bei der erstmaligen Anlieferung

Die Verpackung bei der erstmaligen Anlieferung ist in den folgenden Tabellen ersichtlich.

Tabelle 6: Verpackung bei der erstmaligen Anlieferung

Verpackung bei der erstmaligen Anlieferung der Mehrwegmäntel			
Verpackung bei der Anlieferung	Karton [g]	LDPE-Folie [g]	[Stk. / Karton]
Mikrofasermantel	950	-	25
Laminatmantel	950	-	25

Verpackung bei der Anlieferung der Einwegmäntel			
Verpackung bei der Anlieferung	Karton [g]	LDPE-Folie [g]	[Stk. / Karton]
Zellstoffmantel	1.100	198	50
SMMS Mantel	1.100	198	50

Verpackung bei der erstmaligen Anlieferung der Mehrwegtücher			
Verpackung bei der Anlieferung	Karton [g]	LDPE-Folie [g]	[Stk. / Karton]
Abdecktuch I	950	-	50
Abdecktuch II	950	-	15
Anästhesietuch	950	-	12
Einschlagtuch	950	-	50
Tischbezug	950	-	45

Verpackung bei der Anlieferung der Einwegtücher			
Verpackung bei der Anlieferung	Karton [g]	LDPE-Folie [g]	[Stk. / Karton]
Abdecktuch I	1.100	198	100
Abdecktuch II	1.100	198	30
Anästhesietuch	1.100	198	24
Einschlagtuch	1.100	198	100
Tischbezug	1.100	198	90

3.5 Reinigung und Sterilisation

3.5.1 Reinigung

Für Reinigung von Laminatmäntel und Tüchern wird auf Basis von Messungen bei SALESIANER MIETTEX ein Stromverbrauch von 0,52 kWh / kg und ein Erdgasverbrauch von 1,10 kWh / kg angesetzt. Bei der Reinigung von Mikrofasermantel wird auf Basis von Messungen bei SALESIANER MIETTEX ein Stromverbrauch von 0,50 kWh / kg und ein Erdgasverbrauch von 1,91 kWh / kg angesetzt.

3.5.2 Sterilisation

Die Sterilisation ist vor der Auslieferung der OP-Textilien sowohl bei Mehrwegprodukten als auch bei Einwegprodukten notwendig. Es wird ein Stromverbrauch von 0,05 kWh / kg und ein Erdgasverbrauch von 0,41 kWh / kg angesetzt.

Die Sterilisation von Mehrweg OP Textilien erfolgt mit Dampf. Bei der Sterilisation von Einwegartikel wird Ethylenoxid verwendet. Die Menge an Ethylenoxid konnte im Rahmen der Datenrecherche nicht ermittelt werden. In der vorliegenden Analyse wird Ethylenoxid daher nicht berücksichtigt. Dies ist im Sinne des Vergleichs zulässig, da es das zu vergleichende System Einweg OP Artikel bevorzugt und nicht benachteiligt! Der Energieverbrauch pro kg OP-Artikel wird für Einwegartikel gleich angenommen wie für Mehrwegtextilien. Dies ist zulässig, da davon ausgegangen werden darf, dass der Energieverbrauch bei der Sterilisation von Einwegartikel jedenfalls höher ist als bei der Sterilisation von Mehrwegtextilien.

3.6 Auslieferung

In den folgenden Tabellen ist die Auslieferung und die Verpackung bei der Auslieferung sowie die Transportdistanz zur thermischen Verwertung am Lebensende angeführt.

Für Mehrweg OP-Textilien wird eine Transportentfernung von der Wäscherei ins Krankenhaus von 100 km angenommen. Dieselbe Entfernung wird für die Auslieferung von Einweg OP-Textilien vom Zentrallager ins Krankenhaus angesetzt.

Tabelle 7: Auslieferung

Auslieferung Mehrweg OP-SETS		
Wäscherei - Krankenhaus per LKW	[km]	100

Auslieferung Einweg OP-SETS		
Zentrallager - Krankenhaus per LKW	[km]	100

Verpackung bei der Auslieferung Mehrwegmäntel		
OP Mäntel je Verpackung	[Stk.]	1
Verpackung		
PE-Folie	[g]	10
Sterilpapier - Zellulose-Krepp	[g]	67

Verpackung bei Auslieferung Einwegmäntel		
Verpackungsvlies SMMS	[g]	9
LDPE/Papier-Verbund	[g]	16
davon LDPE	[g]	8
davon Papier	[g]	8
LDPE-Folie für 44 Mäntel 198 g	[g]	5
Versandkarton	[g]	25
LDPE gesamt	[g]	22
Papier/Karton gesamt	[g]	33

Verpackung bei Auslieferung UNI-Sets Mehrweg		
UNI-Sets je Verpackung	[Stk.]	1
Verpackung		
PE-Folie	[g]	32
Sterilpapier - Zellulose-Krepp	[g]	120

Verpackung beim Rücktransport zur Wäscherei		
in Mehrwegsäcken, wird daher verachlässigt		

Transport zur thermischen Verwertung		
LKW	[km]	100

Transport zur thermischen Verwertung		
LKW	[km]	100

3.7 Wasserverbrauch beim Waschen

Gemäß der Richtlinie für das Österreichische Umweltzeichen 70 - Miettextilien Service ist beim Waschen von Krankenhauswäsche (OP-Bekleidung und OP-Abdeckungen (steril)) ein maximaler Wasserverbrauch von 16 l / kg Wäsche erlaubt. Dieser Wasserverbrauch wurde für die Analyse verwendet.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Ökobilanz für ein OP-SET

Ein OP-SET besteht aus 3 OP-Mäntel und 1,5 UNI-Sets.

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Lebenszyklusphasen in Gruppen dargestellt:

- Herstellung
 - Rohstoffe
 - Produktionsabfall
 - Antransport
 - Konfektionierung
 - Verpackung Neuware
- Waschen & sterilisieren
 - Waschmittel
 - Energie waschen - Strom
 - Energie waschen - Erdgas
 - Sterilisation - Strom & Erdgas
 - Transport zur Sterilisation
- Verpackung (bei der Auslieferung zum Kunden)
 - Verpackung Krepp
 - Verpackung LDPE-Folie
- Auslieferung und Rücktransport
 - Auslieferung
 - Rücktransport der Mehrweg OP-Textilien
- Lebensende
 - Transport zur Verwertung
 - Lebensende

Tabelle 8: Product Carbon Footprint

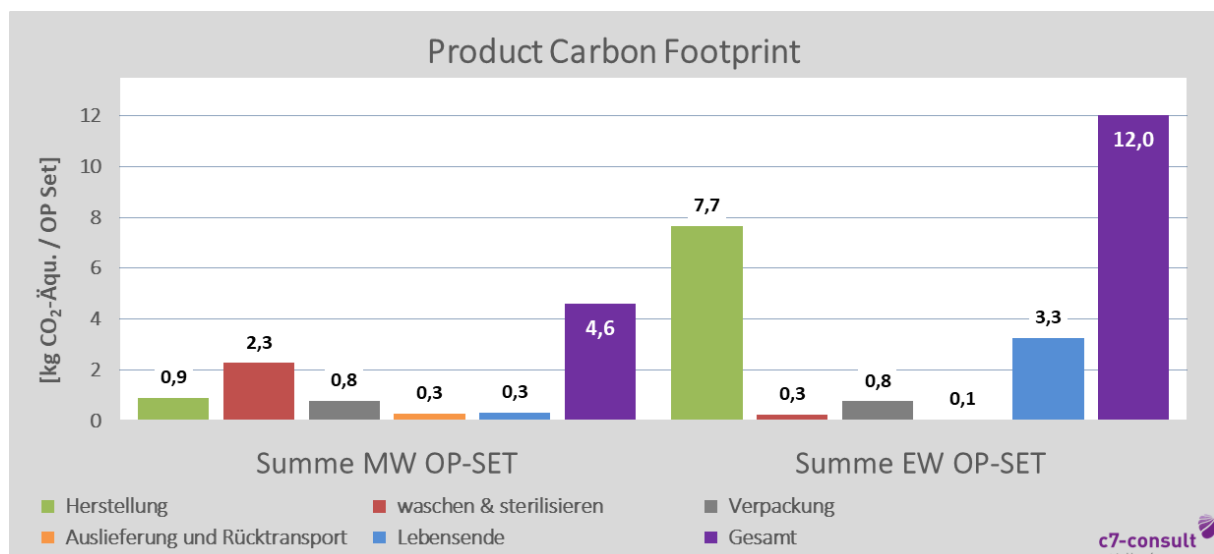


Tabelle 9: Product Carbon Footprint

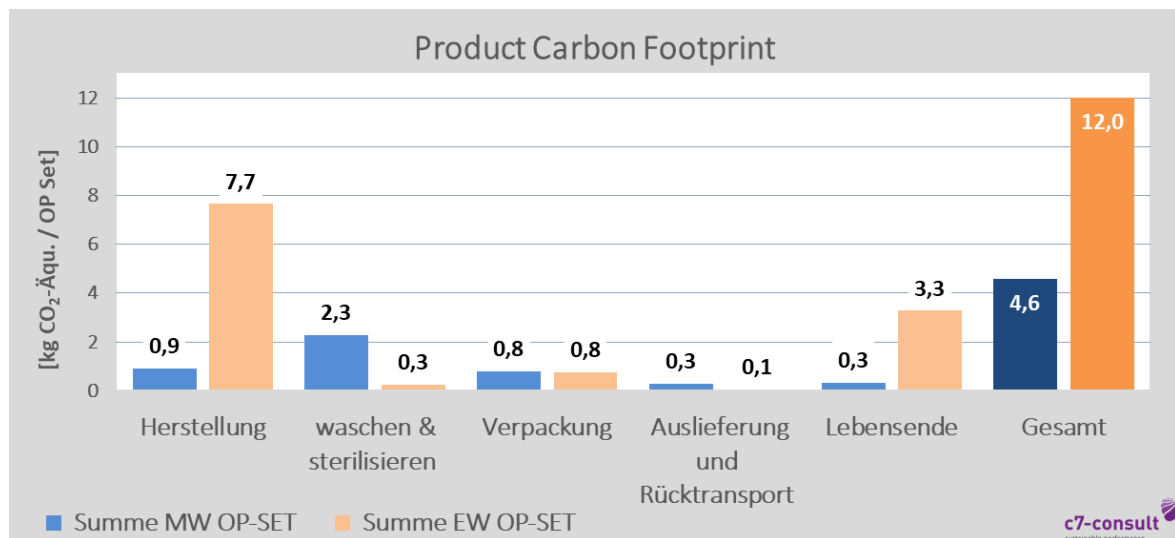


Tabelle 10: Versauerung

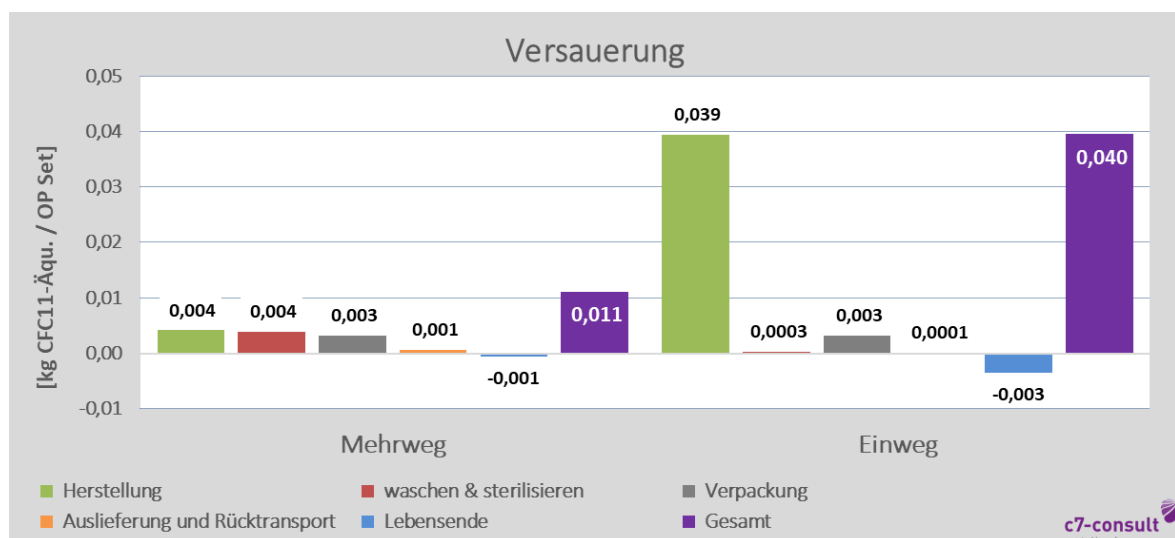
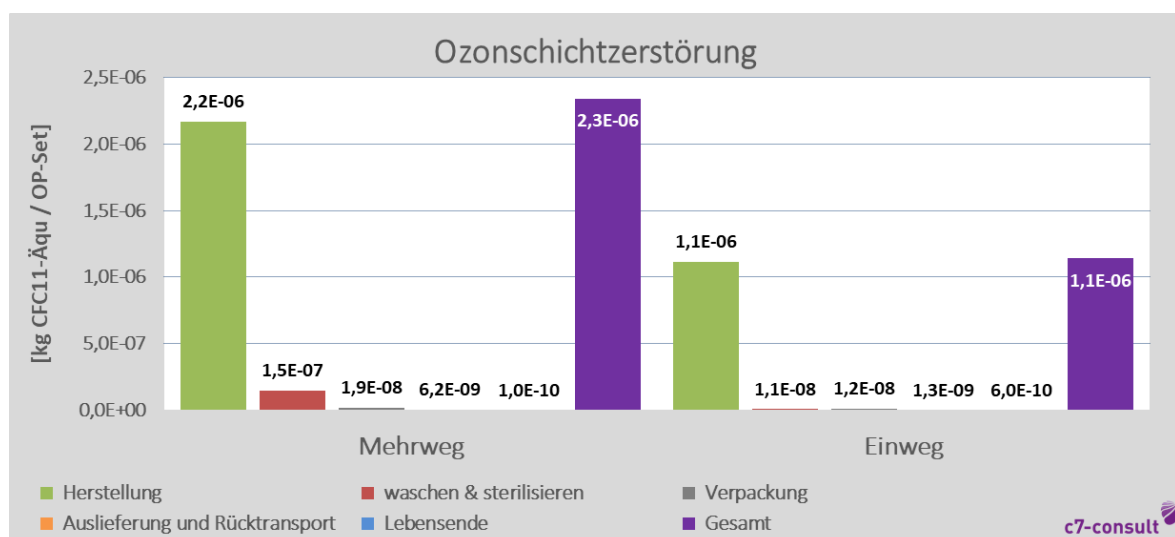


Tabelle 11: Ozonschichtzerstörung



Warum haben Mehrweg OP Artikel einen sehr hohen Wert bei der Ozonschichtzerstörung?

Mehrwegartikel bestehen aus Polyesterfasern, welche aus amorphem PET hergestellt werden. PET wiederum wird unter anderem aus 0,875 kg Terephthalsäure hergestellt. Bei der Herstellung von Terephthalsäure entweichen $3 \cdot 10^{-5}$ kg des Halons 1001 Brommethan. Dieses trägt zur Ozonschichtzerstörung bei.

Zum Vergleich, das Ozonschichtzerstörungspotenzial verschiedener Materialien:

- 1,5 * 10⁻⁵ Polyesterfaser
- 1,8 * 10⁻⁷ Polyurethan
- 3,4 * 10⁻⁸ Polypropylentextil
- 3,9 * 10⁻⁹ Zellulosefaser

Tabelle 12: Sommersmog

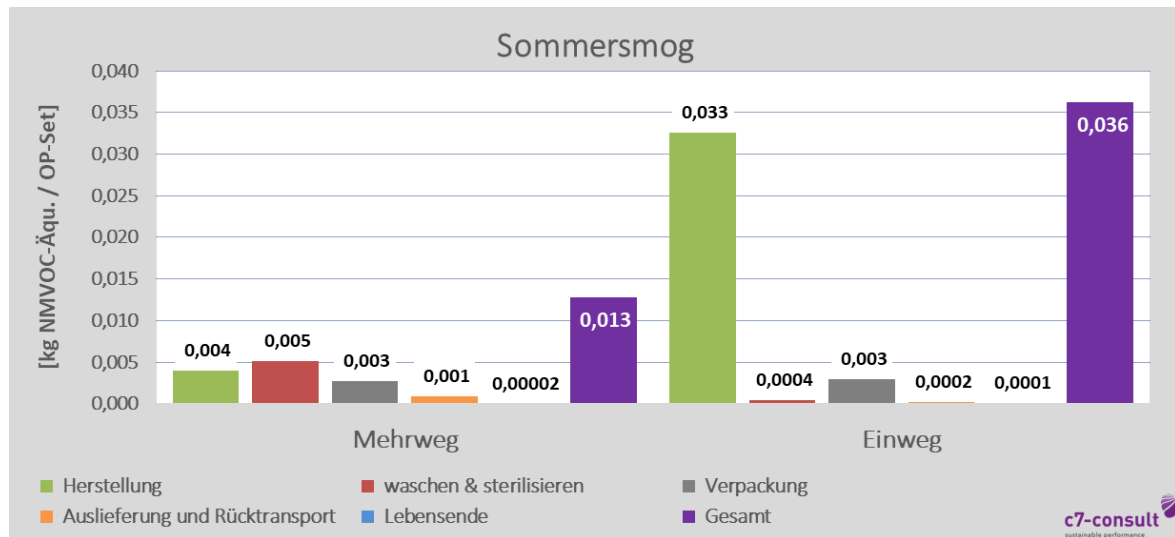


Tabelle 13: Ökotoxikologie Frischwasser

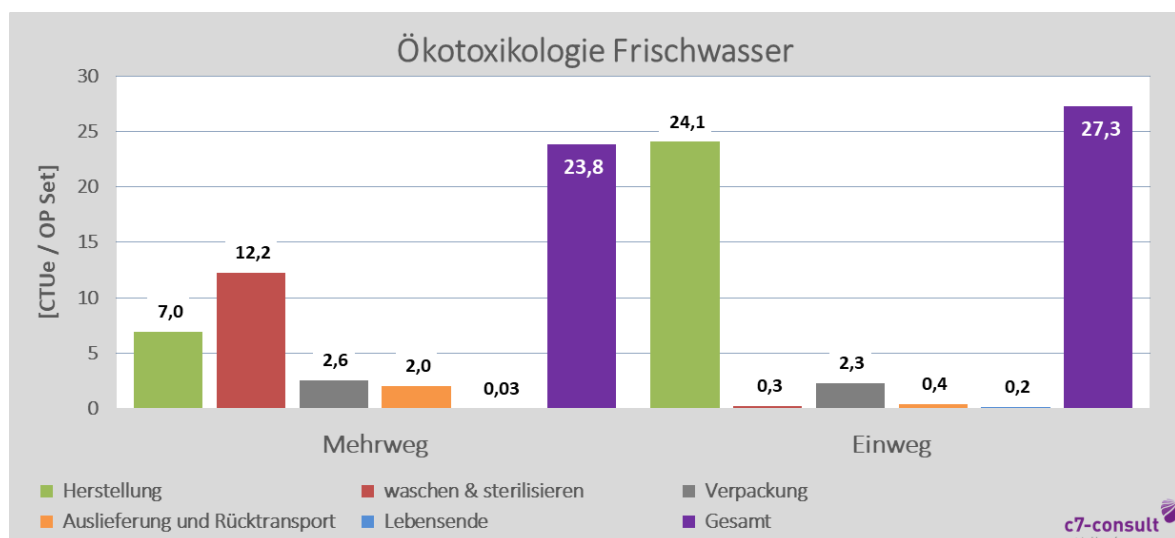


Tabelle 14: Eutrophierung Frischwasser

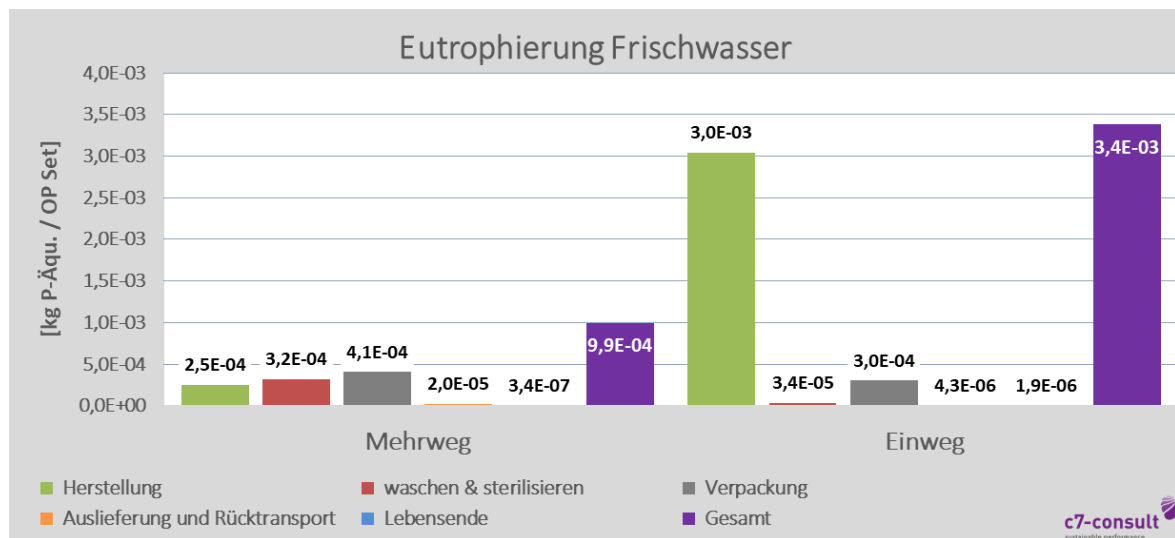


Tabelle 15: Eutrophierung Meerwasser

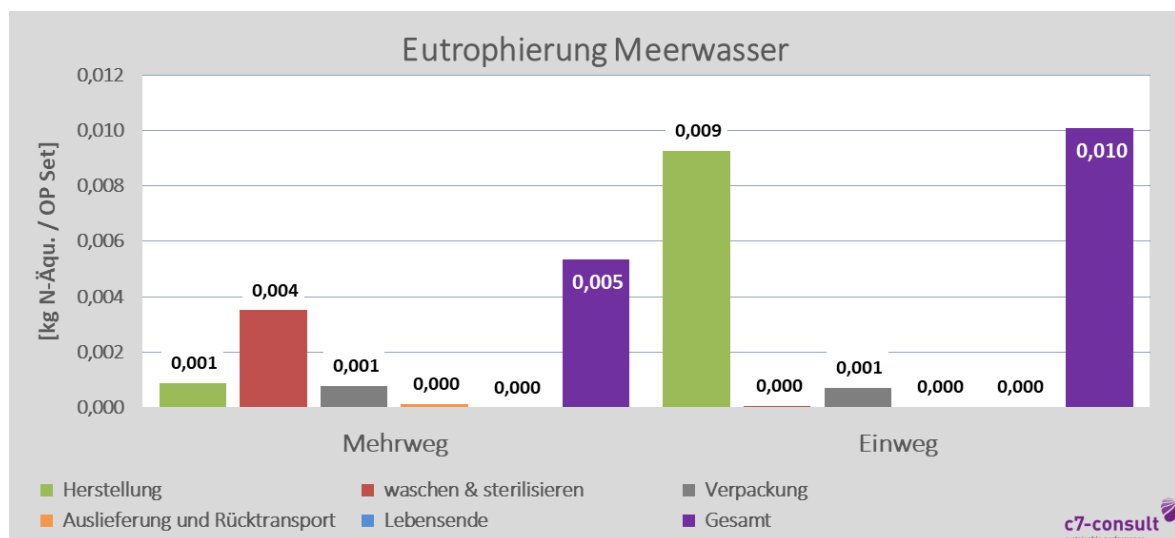


Tabelle 16: Eutrophierung Boden

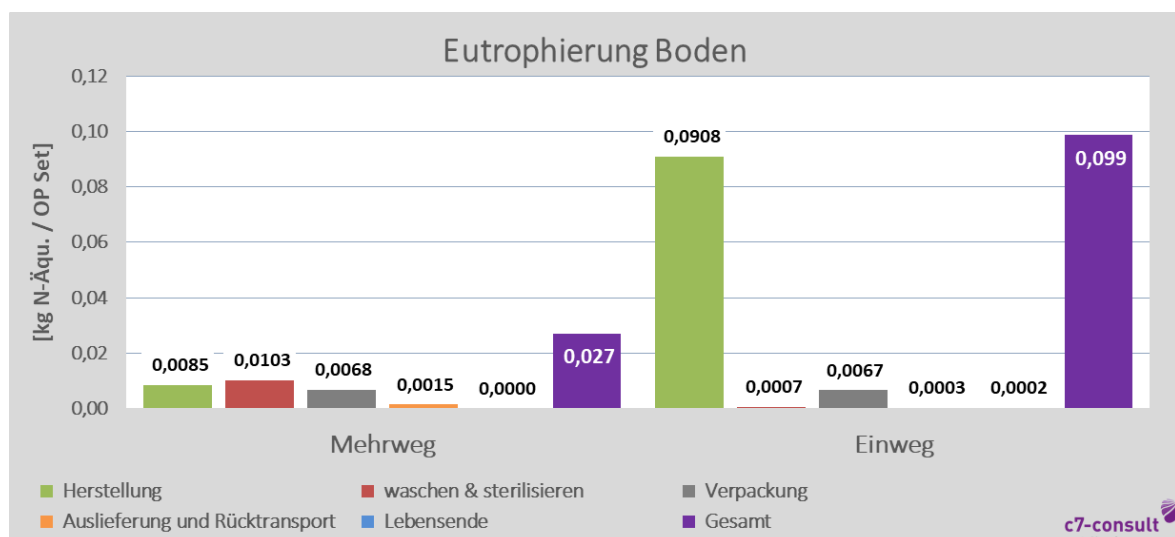


Tabelle 17: Kumulierter Energieverbrauch - nicht erneuerbar

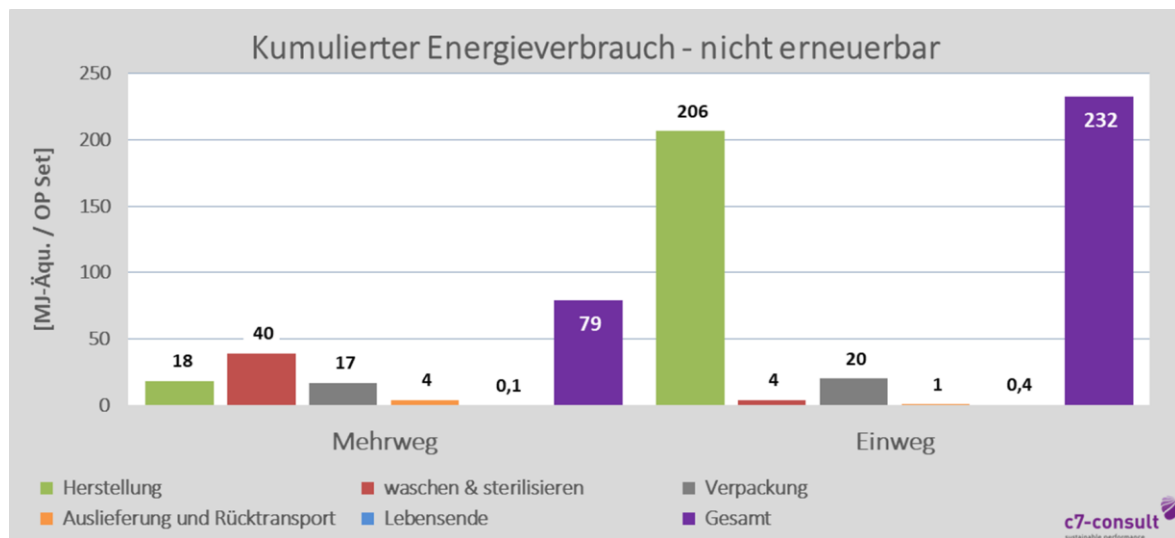


Tabelle 18: Kumulierter Energieverbrauch - erneuerbar

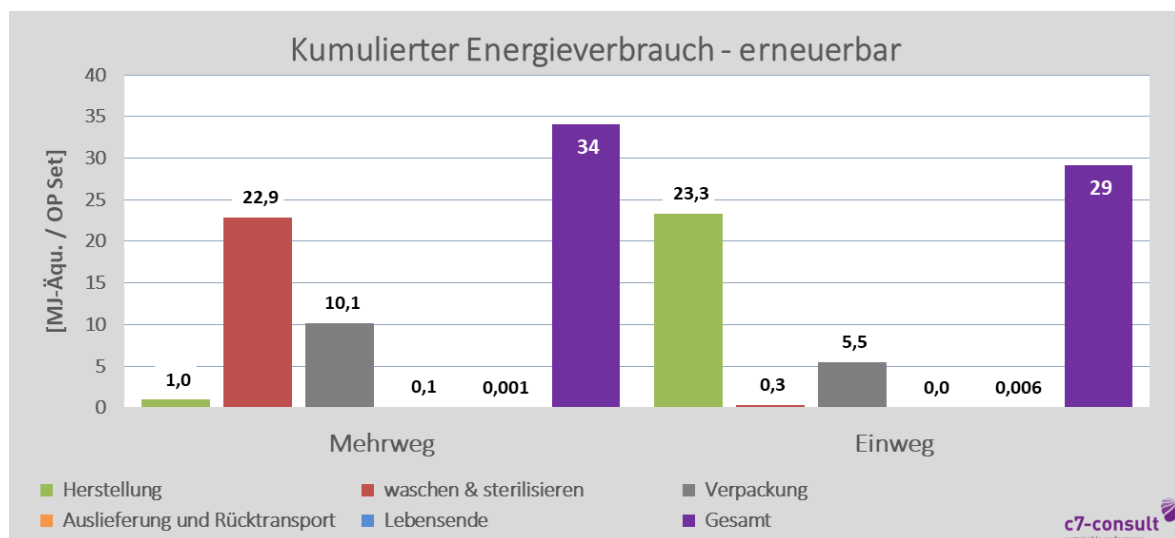


Tabelle 19: Kumulierter Energieverbrauch - gesamt

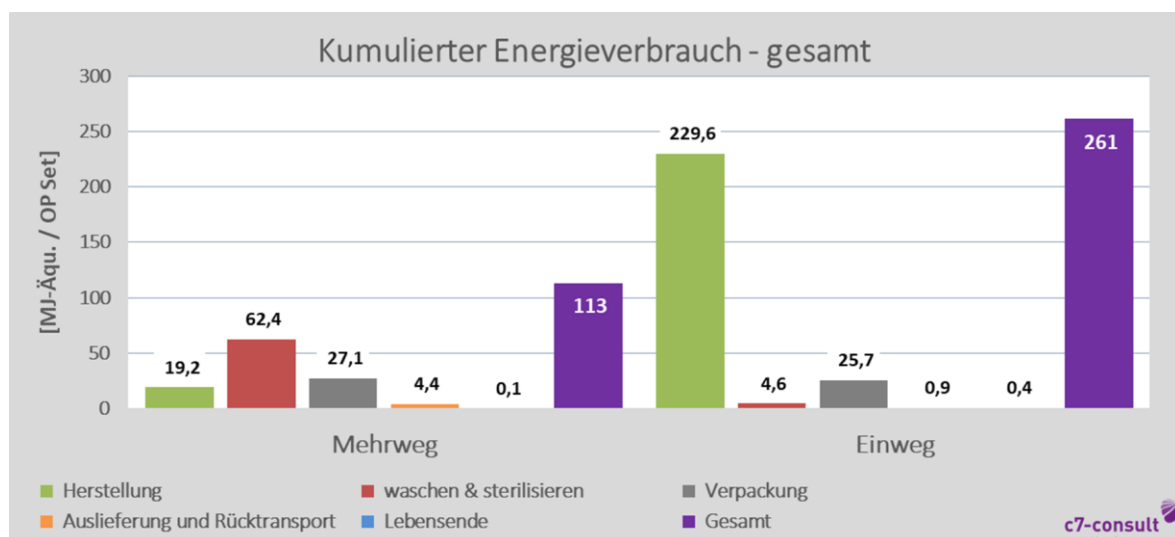


Tabelle 20: Abiotischer Ressourcenverbrauch - Mineralien & Metalle

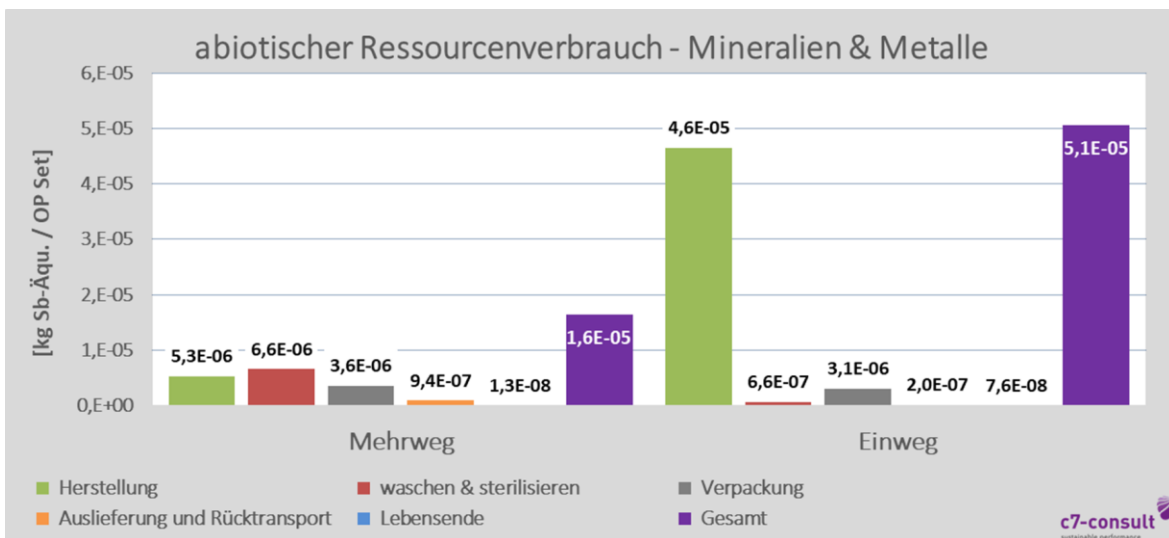
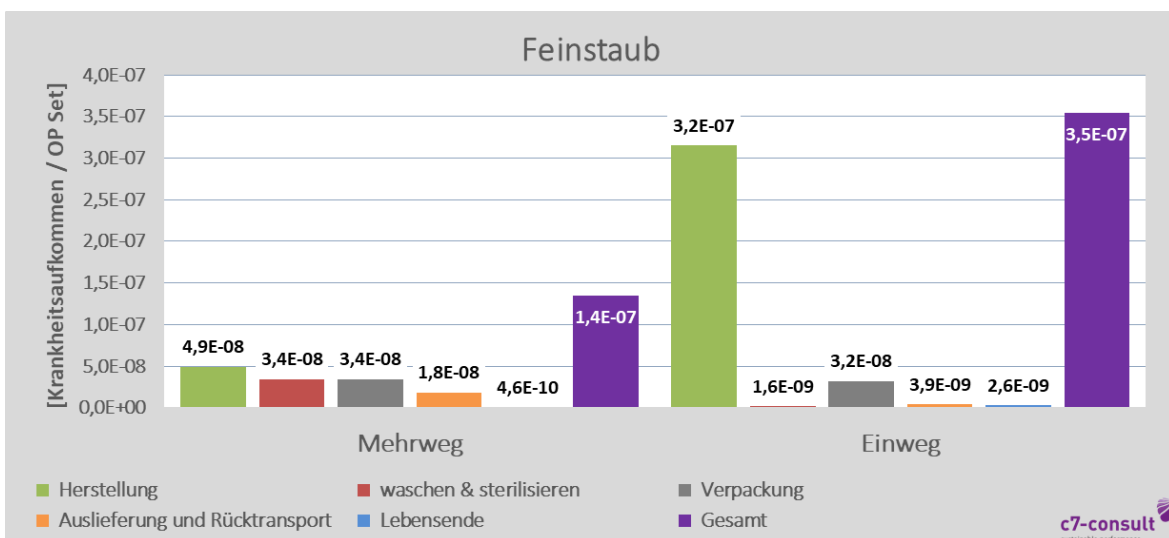


Tabelle 21: Feinstaub



Der Wasserverbrauch wird auf drei Arten angegeben:

1. Wassernutzung - dem Einzugsgebiet entzogen
2. Wasserverbrauch bei Prozessschritten
 - a. Anhand der Faktoren von Ecoinvent für die betrachteten Materialien, Energieträger und Transporte
3. Wasserverbrauch bei Prozessschritten & Wasser beim Waschen
 - a. Wie Variante 2 inklusive des Verbrauchs von 16 l Wasser beim Waschen von 1 kg OP-Wäsche

Tabelle 22: Wassernutzung - dem Einzugsgebiet entzogen

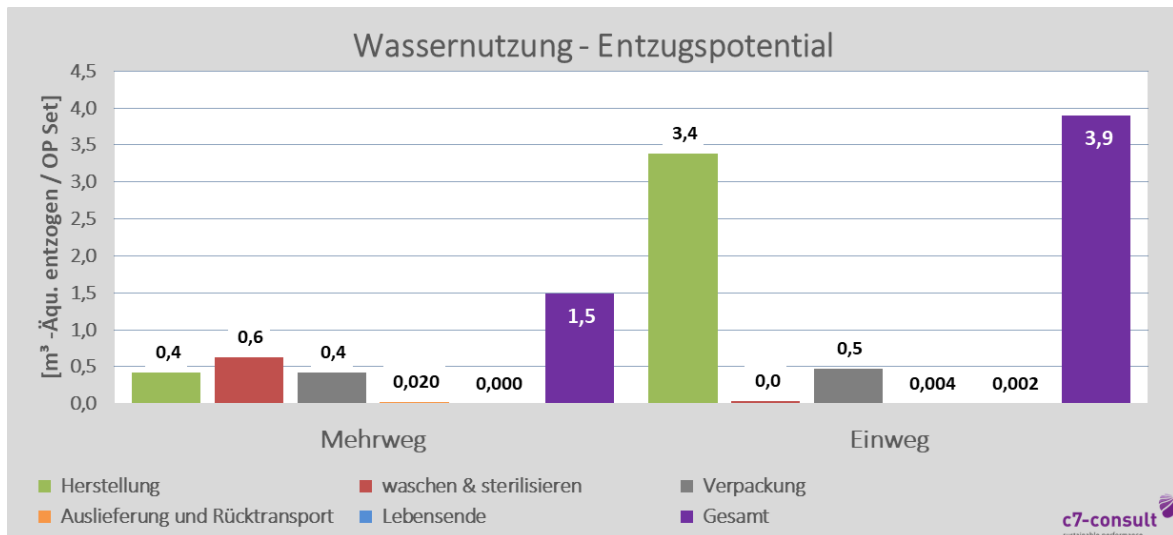


Tabelle 23: Wasserverbrauch bei Prozessschritten

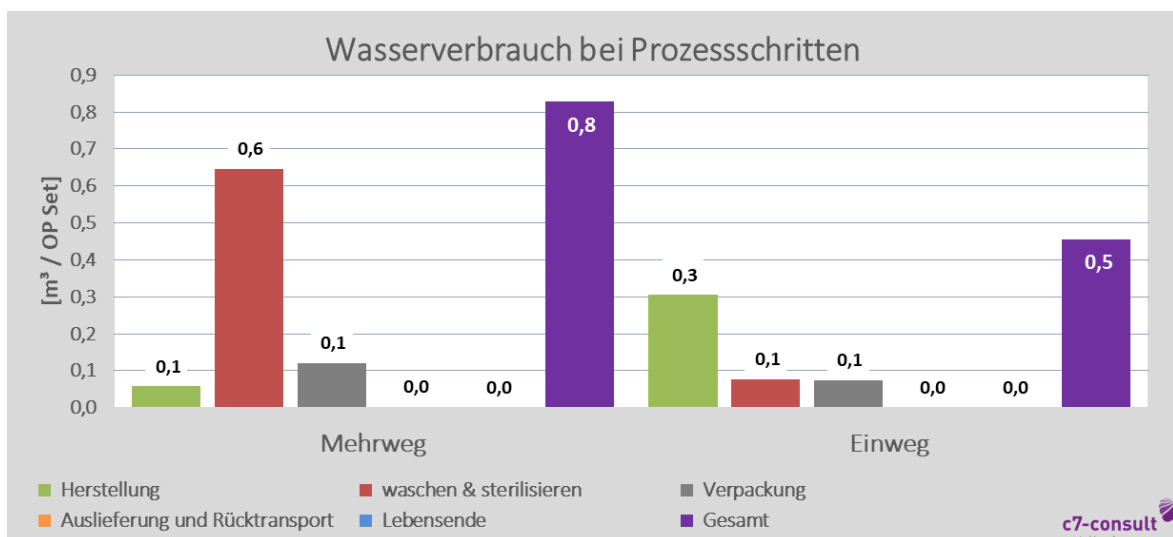
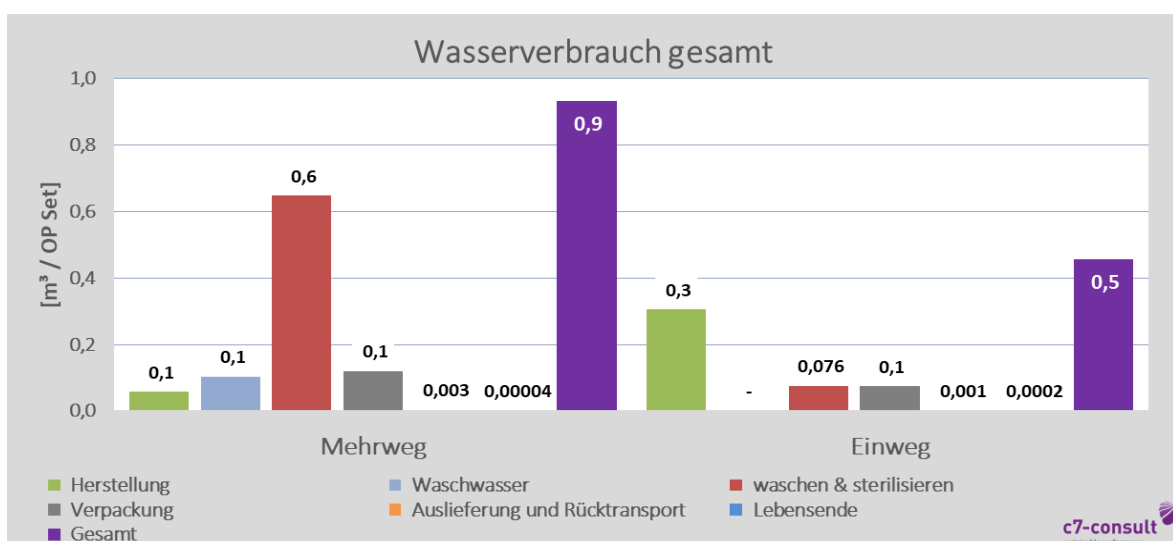


Tabelle 24: Wasserverbrauch gesamt



Der Abfallanfall wird ebenfalls auf zwei Arten angegeben:

1. Abfallanfall bei Prozessschritten
 - a. Anhand der Faktoren von Ecoinvent für die betrachteten Materialien, Energieträger und Transporte
2. Abfallanfall bei Prozessschritten & Masse des Abfalls der Textilien am Lebensende vor der Verwertung

Tabelle 25: Abfall bei Prozessschritten

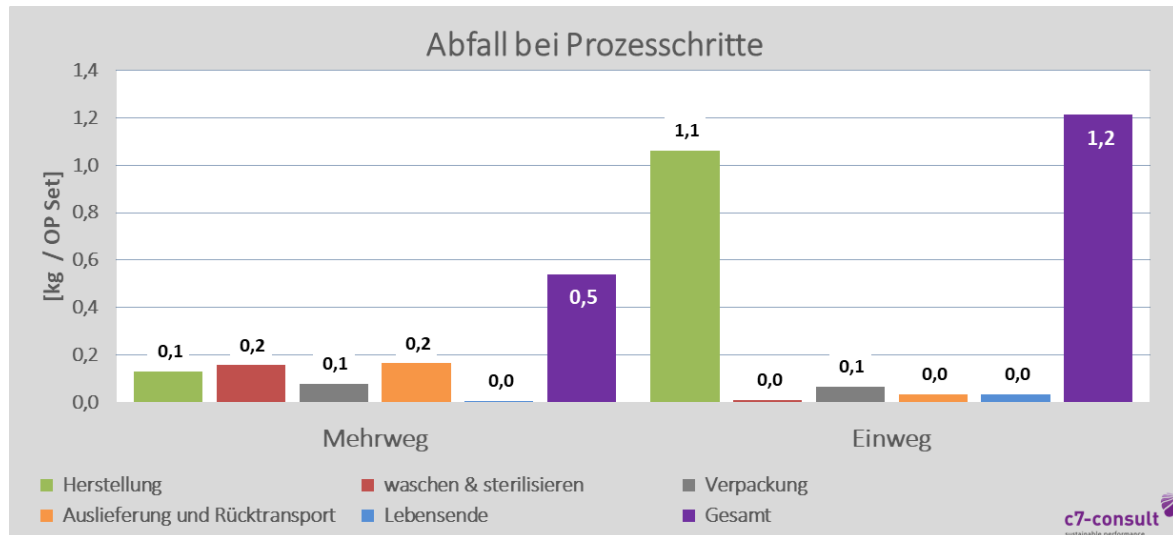
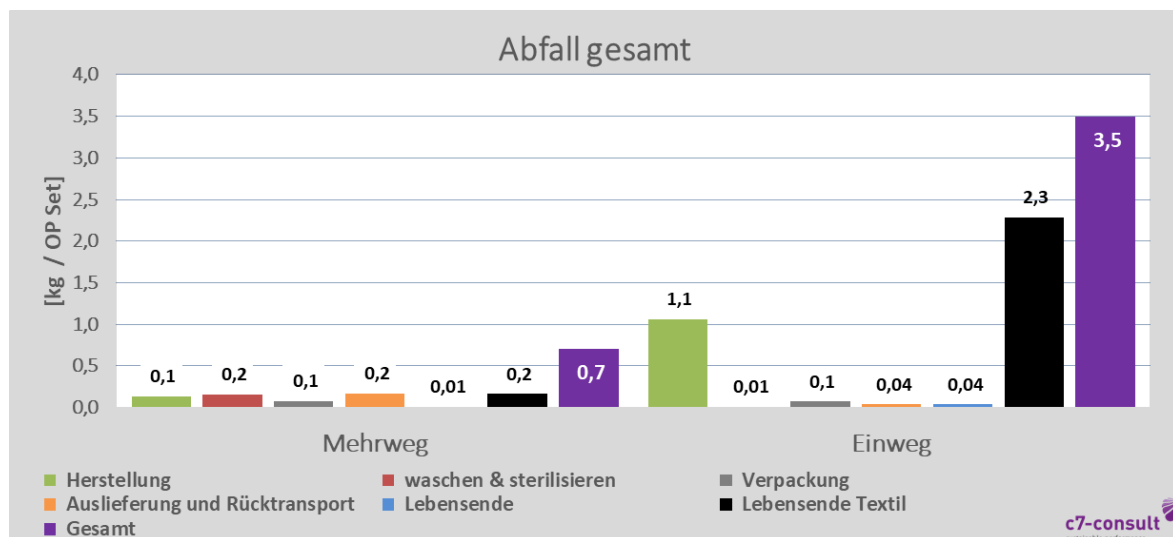


Tabelle 26: Abfall gesamt



4.2 Sensitivitätsanalyse Umlaufzahl

Bei Mehrwegprodukten kann die Umlaufzahl ein Parameter sein, der darüber entscheidet, ob Mehrwegprodukte oder Einwegprodukte ökologisch besser abschneiden. Daher wird für die Umlaufzahl des Mehrweg Mikrofasermantels eine Sensitivitätsanalyse berechnet.

Der Mikrofasermantel verursacht bei 36,7 Nutzungen einen Product Carbon Footprint von 0,85 kg CO₂-Äqu im gesamten Lebenszyklus.

Würde sich die Anzahl der Nutzungen auf 20,6 reduzieren, hätte er einen Product Carbon Footprint von 1,04 kg CO₂-Äqu im gesamten Lebenszyklus. Er würde also dieselbe Menge an Treibhausgasemissionen verursachen, wie ein Zellstoffmantel.

Würde sich die Anzahl der Nutzungen auf 6,1 reduzieren, hätte er einen Product Carbon Footprint von 2,09 kg CO₂-Äqu im gesamten Lebenszyklus. Er würde also dieselbe Menge an Treibhausgasemissionen verursachen, wie ein SMMS-Mantel.

5 Zusammenfassung Ökobilanz OP-Textilien

5.1 Allgemein

Das Ziel der vorliegenden Analyse ist die Erstellung einer Ökobilanz von Mehrweg OP-SETS und Einweg OP-SETS im gesamten Lebenszyklus in Anlehnung an die ISO 14040/14044.

Für eine Operation werden 3 OP-Mäntel und 1,5 UNI-SETS bestehend aus insgesamt 9 Tüchern und Bezügen benötigt.

Die Ökobilanz umfasst die Herstellung der Textilien, die Nutzenphase mit Waschen, Sterilisation, Verpackung und Auslieferung sowie die thermische Verwertung am Lebensende.

Die vorliegende Ökobilanz untersucht 18 Wirkungskategorien wie beispielsweise Klimawandel (Carbon Footprint), Versauerung, Eutrophierung, Sommersmog, Ozonschichtzerstörung und Sachbilanzgrößen wie beispielsweise Energie, Wasser und Abfall.

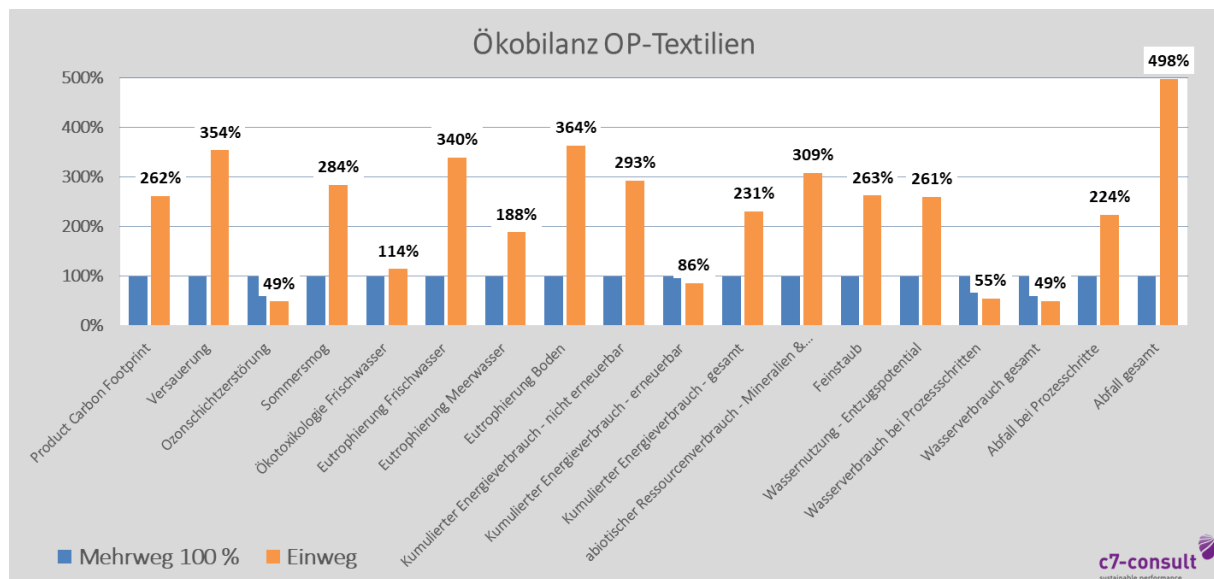
Die folgende Tabelle zeigt sämtliche Ergebnisse der Ökobilanz für OP-Textilien, wobei die Ergebnisse der Ausstattung einer Operation mit Mehrwegartikel als 100 % dargestellt ist. Relativ dazu sind die Ergebnisse der Ausstattung einer Operation mit Einwegartikel dargestellt.

Sofern der Balken bei Einwegartikel größer als 100 % ist, verursachen Einwegartikel höhere Umweltbelastungen als Mehrwegartikel.

Mehrwegartikel verursachen bei 12 der 18 untersuchten Kategorien, also bei 2/3 deutlich geringere Umweltauswirkungen (mindestens die Hälfte) als Einwegartikel. Für die restlichen 6 Kategorien gilt:

- Bei der Eutrophierung Meerwasser verursachen Einwegartikel (nur) um 88 % höhere Umweltauswirkungen als Mehrwegprodukte.
- Bei 2 Kriterien (Ökotoxikologie Frischwasser (+14 % bei Einweg) und kumulierter Energieaufwand - erneuerbar (-14 % bei Einweg)) zeigt die Analyse keine großen Unterschiede zwischen Mehrweg- und Einwegtextilien.
- Einzig bei den Kategorien Ozonschichtzerstörung und beim Wasserverbrauch schneiden Einwegartikel besser ab als Mehrwegartikel.

Tabelle 27: Ergebnisse der Ökobilanz OP-Textilien: Mehrweg 100 %



5.2 Product Carbon Footprint

Die Ausstattung einer durchschnittlichen Operation in Österreich mit einem OP-SET bestehend aus 3 OP-Mäntel und 1,5 UNI-Sets verursacht einen Product Carbon Footprint von 4,6 kg CO₂-Äqu. bei Verwendung von Mehrwegprodukten

12,0 kg CO₂-Äqu. bei Verwendung von Einwegartikel.

Bei Mehrwegartikel sind der Energieverbrauch beim Waschen mit 1,3 kg CO₂-Äqu. vor den Rohstoffen der Textilien mit 0,8 kg CO₂-Äqu. sowie dem Energieverbrauch bei der Sterilisation und der Verpackung Krepp-Papier mit jeweils 0,6 kg CO₂-Äqu. dominierend. Auf diese Prozessschritte entfallen 70 % des gesamten Product Carbon Footprint.

Bei Einwegartikel sind Herstellung mit 5,4 kg CO₂-Äqu. und die Entsorgung am Lebensende mit 3,3 kg CO₂-Äqu. dominierend. Auf diese Prozessschritte entfallen 72 % des gesamten Product Carbon Footprint.

Zum besseren Vergleich der Ergebnisse des Product Carbon Footprint einer Operation mit Mehrweg OP-Textilien und Einweg OP-Textilien ist bei der zweiten Abbildung der Product Carbon Footprint Mehrweg die Skalierung der y-Achse ebenfalls von 0 bis 6 kg CO₂-Äqu. / Operation

Tabelle 28: Product Carbon Footprint Mehrweg bei einer Operation Skalierung 0 bis 1,4

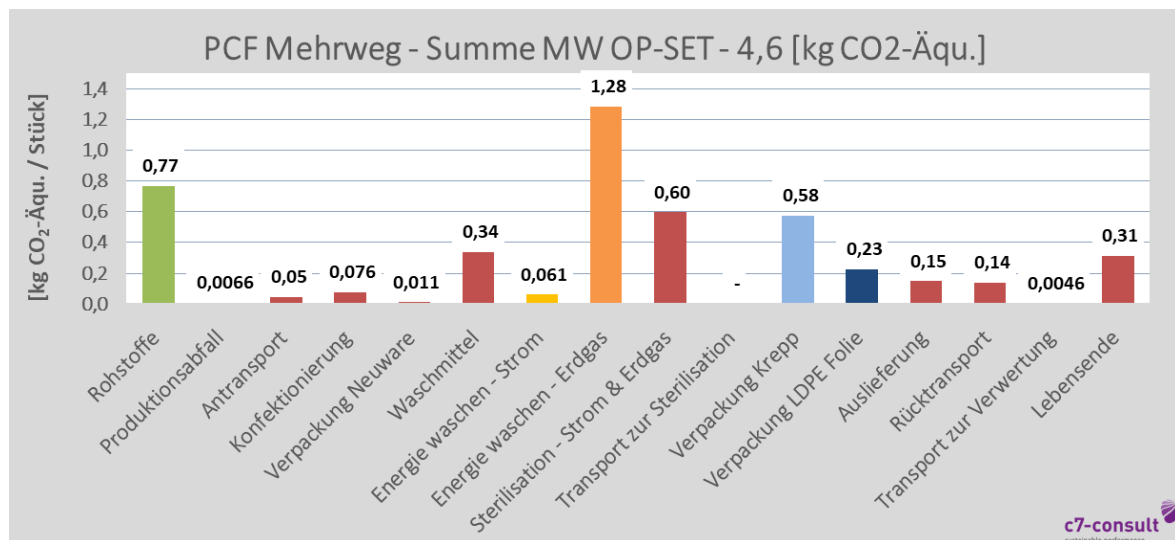


Tabelle 29: Product Carbon Footprint Mehrweg bei einer Operation Skalierung 0 bis 6

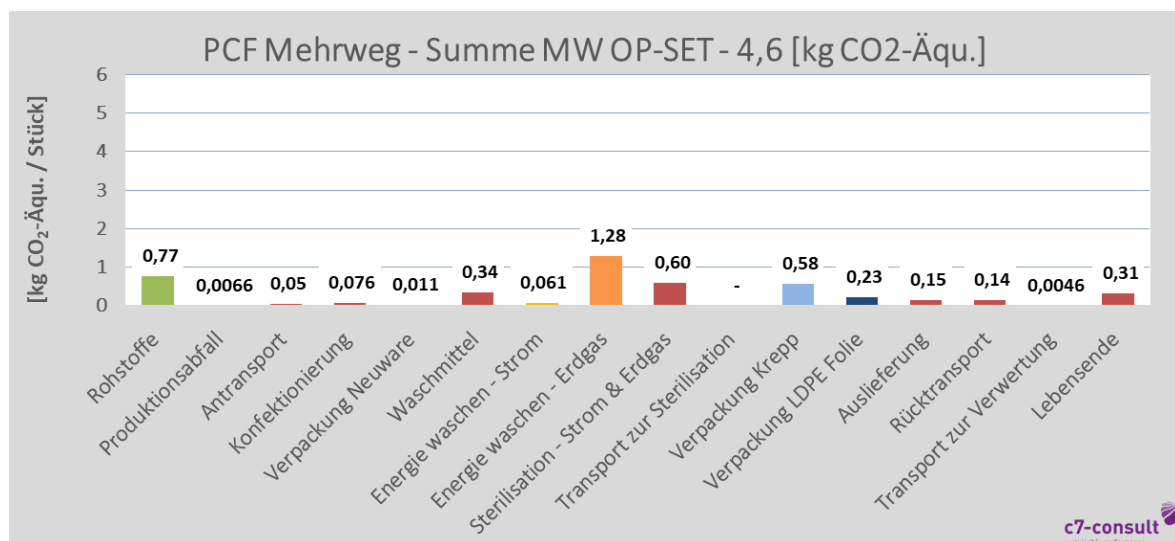
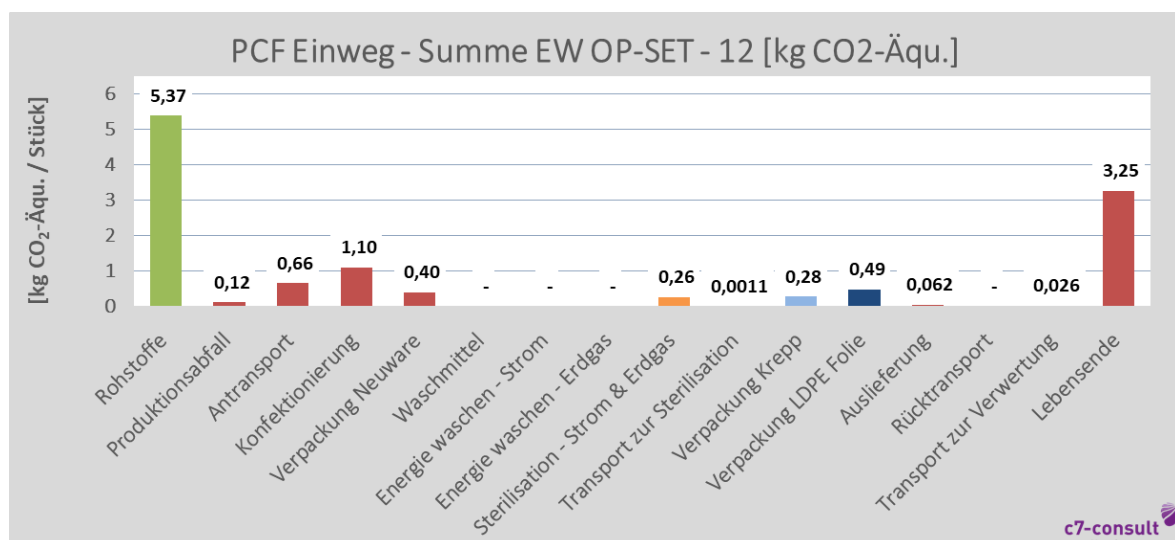


Tabelle 30: Product Carbon Footprint Mehrweg bei einer Operation Skalierung 0 bis 6



6 Schlussfolgerung

Der vorliegende ökobilanzielle Vergleich in Anlehnung an die ISO 14040/14044 der Umweltauswirkungen von Textilien einer Operation zeigt im gesamten Lebenszyklus deutliche Vorteile von Mehrwegartikel gegenüber Einwegartikel.

Bei der Mehrheit der untersuchten Kategorien verursachen Einwegartikel mindestens doppelt so hohe Umweltauswirkungen als Mehrwegartikel.

Einwegartikel haben lediglich bei der Ozonschichtzerstörung und beim Wasserverbrauch geringere Ergebnisse.

Beim Klimawandel - auch „Product Carbon Footprint (PCF)“ genannt - der Umweltwirkung mit der aktuell höchsten gesellschaftlichen und politischen Priorität, schneiden Mehrweg OP Artikel mit einem PCF von 4,6 kg CO₂-Äqu. / Operation deutlich besser ab als Einweg OP Artikel, die einen Product Carbon Footprint von 12 kg CO₂-Äqu. / Operation verursachen.

Ökobilanz OP-Textilien Mehrweg & Einweg

Bericht zur Kritischen Prüfung

Critical Review Statement

Kritischer Prüfer:

Bernd Brandt

Sankt-Michael-Gasse 58

1210 Wien

bernd@brandtconsulting.eu

15. Mai 2024

Version 1.0

1. Allgemeine Daten

Auftraggeber der Studie:

SALESIANER MIETTEX GmbH

Rautenweg 53

1220 Wien

Autor der Studie:

Roland Fehringer

c7-consult e.U.

Lindau 21

2453 Sommerein

roland.fehringer@c7-consult.at

Name und Version der geprüften Berichtsdokumente (PPT-Foliensätze):

Ökobilanz OP-Textilien Mehrweg & Einweg, Version 1.0 vom 10.08.2023

Ökobilanz OP-Textilien Mehrweg & Einweg, Version 1.1 vom 10.05.2024

Kritischer Prüfer:

Bernd Brandt

Sankt-Michael-Gasse 58

1210 Wien

bernd@brandtconsulting.eu

2. Ziel und Umfang der Studie

Das Ziel der Analyse war die Erstellung einer Ökobilanz von Mehrweg OP-SETS und Einweg OP-SETS im gesamten Lebenszyklus mit der zeitlichen Systemgrenze 2022 und der örtlichen Systemgrenze Nutzung und Verwertung / Entsorgung in Österreich.

Die funktionelle Einheit von einem OP-SET wurde wie folgt definiert:

- 3 OP-Mäntel und 1,5 UNI-SETS
- Letzteres umfasst 3 Abdecktücher und je ein Stück Tischbezug, Einschlagtuch und Anästhesietuch.

Mehrweg OP-SETS bestehen aus Polyester- und Polyurethanfasern und werden etwa 40 mal wiederverwendet. Einweg OP-SETS werden aus Polyolefinen oder Zellstoff hergestellt, wobei der Zellstoffmantel auch Polyesterfaser enthält.

Die Ökobilanz wurde in Anlehnung an die Normen ISO 14040/14044 berechnet. Die Faktoren zur Umrechnung von Sachbilanzdaten in Lebenszyklusdaten wurden der Datenbank Ecoinvent (Version 3.9.1) entnommen. Dabei wurden 18 verschiedene Sachbilanzgrößen bzw. Umweltwirkungskategorien berücksichtigt.

Die Analyse erfolgte in den Systemgrenzen Wiege bis Bahre und umfasst folgende Lebenszyklusabschnitte:

- Herstellung der Textilien
- Waschen & Sterilisation
- Verpackung bei der Auslieferung
- Auslieferung und Rücktransport zur Wäscherei
- Lebensende (End-of-Life)

3. Kritisches Prüfungsverfahren

Die Kritische Prüfung (Critical Review) wurde auf Basis der ISO 14044 von einem externen Experten durchgeführt und umfasst die Studie *„Ökobilanz OP-Textilien - Mehrweg & Einweg“*.

Gemäß ISO 14044:2006 muss das Kritische Prüfungsverfahren sicherstellen, dass

- die bei der Durchführung der Studie angewendeten Methoden mit dieser internationalen Norm übereinstimmen;
- die bei der Durchführung der Studie angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet und technisch gültig sind;
- die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmäßig sind;
- die Auswertungen die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Studie berücksichtigen und
- der Bericht transparent und in sich stimmig ist.

Die Kritische Prüfung wurde zwischen Februar und Mai 2024 durchgeführt.

Nach Erhalt des vorläufigen Berichts (Version 1.0 vom 10.08.2023) wurden dem Studienautor vom Kritischen Prüfer Review-Kommentare übermittelt. Diese Kommentare wurden vom Studienautor bearbeitet.

Meetings mit dem Studienautor zur Besprechung der Studie und der Review-Kommentare fanden am 21.02.2024, 17.04.2024, 24.04.2024 und 10.05.2024 statt. Dabei wurden im

Speziellen das Modell, der Bericht sowie offene Punkte zwischen Studienautor und Kritischem Prüfer diskutiert.

Im Rahmen der Kritischen Prüfung wurde das der Berechnung zugrunde liegende Excel-Modell punktuell im Rahmen der Meetings überprüft. Die Erkenntnisse des Kritischen Prüfungsverfahrens basieren auf der Dokumentation der Vorgangsweise und der Ergebnisse sowie der Diskussionen mit dem Studienautor.

Der Bericht zum Kritischen Prüfungsverfahren fasst den Prüfungs-Prozess sowie das Ergebnis der Kritischen Prüfung zusammen und basiert auf dem Bericht in der Version 1.1 vom 10.05.2024. Die finale Version des Berichts (Version 1.2 vom 14.05.2024) enthält im Anhang einen Auszug aus dem Critical Review Statement.

4. Ergebnis der Kritischen Prüfung

Die Ökobilanz wurde in Übereinstimmung mit den angeführten Normen und somit in Einklang mit der State-of-the-Art Methodik durchgeführt und erfüllt alle notwendigen Schritte in Bezug auf das Ziel der Studie. Sämtliche notwendigen Schritte wurden transparent und konsistent durchgeführt.

Alle Fragen des Kritischen Prüfers zu Details der Annahmen und Berechnungen wurden beantwortet. Alle diskutierten Themen und Anmerkungen des Kritischen Prüfers wurden vom Studienautor berücksichtigt und umgesetzt.

Es wird bestätigt, dass die vorliegende Ökobilanz die relevanten Kriterien der zugrunde liegenden Normen erfüllt und nach den Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis erstellt wurde.

Wien, 15. Mai 2024



Bernd Brandt

Referenzen

ISO 14040 (2006): Umweltmanagement — Ökobilanz — Grundsätze und Rahmenbedingungen. ISO Standard 14040:2006.

ISO 14044 (2006): Umweltmanagement — Ökobilanz — Anforderungen und Anleitungen. ISO Standard 14044:2006.