



universität  
wien

# MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Circular Design in der Lebensmittelindustrie: Internationale Nachhaltigkeits- und Recyclingfähigkeitsbewertung ausgewählter Lebensmittelverpackungen“

verfasst von / submitted by  
Charlotte Werner, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Master of Science (MSc)

Wien, 2020 / Vienna ,2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

UA 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Doz. Mag. Dr. Manfred Tacker



# Danksagung

Allen vorweg danke ich Hr. Univ.-Doz. Mag. Dr. Manfred Tacker für die Möglichkeit diese Masterarbeit in einem so spannenden und innovativen Feld zu schreiben, sowie für seine durchgehend unterstützende Betreuung, auch in ungewöhnlichen Zeiten wie dem Jahr 2020.

Darüber hinaus möchte ich dem gesamten Team des Fachbereichs Verpackungs- und Ressourcenmanagement der FH Campus Wien danken.

Mein besonderer Dank gilt meinen drei Bürokolleginnen Viktoria Gabriel, Marina Kreuzinger und Lina Wimmer, welche mir mit fachlichen Inputs und Ratschlägen immer weitergeholfen haben und mir ihrer erfrischend, fröhlichen Art die neun Monate am Institut wie im Flug vergehen haben lassen.

An dieser Stelle möchte ich auch meiner Familie und ganz besonders meinen Eltern danken, die mir mit ihrer nie enden wollenden Großzügigkeit, eine unbeschwerte und wundervolle Studienzeit ermöglicht haben.

Abschließend gilt mein Dank Philipp welcher mir immer wieder Zuversicht gegeben hat und mir auch in schwierigen Phasen gelehrt hat das Ziel nicht aus den Augen zu lassen.



# Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere,

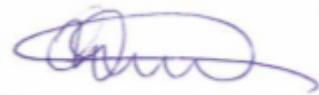
dass ich die Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens eingehalten habe, insbesondere, dass ich diese Masterarbeit selbständig verfasst und mich anderer als der im beigefügten Literaturverzeichnis angegebenen Quellen nicht bedient habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere darüber hinaus, dass ich diese Masterarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Mir ist bewusst, dass auch nach positiver Beurteilung der Masterarbeit die Aufdeckung eines Verstoßes gegen die Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens (insbesondere bei Vorliegen eines Plagiats) die Einleitung eines Verfahrens zur Nichtigerklärung der Beurteilung sowie des akademischen Grades zur Folge hat.

18.09.2020

---

Datum



---

Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>VIII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Themenstellung und Relevanz der Themenstellung .....	1
1.2 Formulierung der Forschungsfragen .....	3
1.3 Methodische Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	3
<b>2 Thematische Einbettung des Begriffs Nachhaltigkeit</b> .....	<b>4</b>
2.1 Ursprünge und Definition von „Nachhaltigkeit“ .....	4
2.2 Bewertungsverfahren der Nachhaltigkeit.....	9
2.2.1 Lebenszyklusanalyse / Ökobilanz .....	9
2.2.2 Fußabdruck Methoden .....	11
2.3 Nachhaltige Ernährung.....	15
2.3.1 Ernährungsökologie .....	16
2.3.2 Vollwert Ernährung.....	16
2.3.3 Planetary health diet - LANCET .....	17
2.4 Nachhaltigkeit in der Lebensmittelindustrie .....	18
2.5 Nachhaltige Lebensmittelverpackungen.....	22
<b>3 Kreislaufwirtschaft</b> .....	<b>24</b>
3.1 Begriffsdefinition und Ursprünge der Kreislaufwirtschaft .....	24
3.2 Ziele der Kreislaufwirtschaft .....	25
3.3 Gegenüberstellung von Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit.....	26
3.4 Kreislaufwirtschaft in der Europäischen Union (EU).....	26
3.4.1 Richtlinie 94/62/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle .....	27
3.4.2 Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft.....	28
3.4.3 Der europäische grüne Deal .....	30
<b>4 Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in Mitgliedsstaaten</b> .....	<b>32</b>
4.1 VP-Entsorgung in Frankreich .....	32
4.2 EPR – Extended Producer Responsibility .....	35
4.2.1 Europäische Gesetzgebung.....	36
4.2.2 Erweiterte Herstellerverantwortung in Frankreich ( <i>Responsabilité         élargie des producteurs</i> ).....	37
4.3 Lizenzierung .....	38
4.3.1 Ökomodulation .....	40
4.4 Product Labelling.....	42
4.4.1 Umweltkennzeichen nach ISO 14020 .....	42
4.4.2 Labels französischer Lebensmittel-Verpackungen.....	43
4.5 Nationale Gesetzgebung und ihre Ausführung.....	45

4.5.1	Umweltrecht in Frankreich.....	45
4.5.2	Nationale Gesetzgebung und Bündnisse zur Förderung der Kreislaufwirtschaft .....	48
<b>5</b>	<b>Circular Design in der Verpackungstechnologie.....</b>	<b>50</b>
5.1	Nationale Design-Guidelines .....	50
5.1.1	Österreich.....	50
5.1.2	Frankreich .....	51
<b>6</b>	<b>Material und Methoden .....</b>	<b>53</b>
6.1	Material .....	53
6.2	Methoden .....	54
<b>7</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>62</b>
7.1	Ergebnisse LCA .....	62
7.2	Ergebnisse der Recyclingfähigkeitsbewertung .....	70
<b>8</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>83</b>
<b>9</b>	<b>Conclusio und Ausblick.....</b>	<b>89</b>
<b>10</b>	<b>Kurzfassung.....</b>	<b>90</b>
<b>11</b>	<b>Abstract.....</b>	<b>91</b>
<b>12</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>92</b>
<b>Anhang.....</b>		<b>99</b>

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 DREIDIMENSIONALE NACHHALTIGKEITSMODELLE (VERÄNDERT NACH PUFÉ, 2017)	7
ABBILDUNG 2 VERGLEICH DER CO <sub>2</sub> -ÄQUIVALENTE VON ROASTBEEF UND VERPACKUNG (VERÄNDERT NACH GESELLSCHAFT FÜR VERPACKUNGSMARKTFORSCHUNG & DENKSTATT, 2018)	15
ABBILDUNG 3 DIMENSIONEN UND THEMEN DER SAFA-LEITLINIEN, QUELLE: FAO, 2014)	20
ABBILDUNG 4 LINEARE WIRTSCHAFT UND KREISLAUFWIRTSCHAFT	25
ABBILDUNG 5 KREISLAUFWIRTSCHAFT BEGÜNSTIGT NACHHALTIGKEIT	26
ABBILDUNG 6 TRIMAN- LABEL (QUELLE: ADEME,2015)	44
ABBILDUNG 7 SORTIERANWEISUNGSSCHEMA (QUELLE: CITEO, )	45
ABBILDUNG 8 LCA-WIRKUNGSKATEGORIE EUTROPHIERUNG	62
ABBILDUNG 9 LCA- WIRKUNGSKATEGORIE KLIMAWANDEL	63
ABBILDUNG 10 LCA-WIRKUNGSKATEGORIE PHOTOCHEMISCHE OZONBILDUNG	65
ABBILDUNG 11 LCA-WIRKUNGSKATEGORIE RESSOURCENABBAU	66
ABBILDUNG 12 LCA-WIRKUNGSKATEGORIE VERSAUERUNG	67
ABBILDUNG 13 LCA-WIRKUNGSKATEGORIE WASSERVERBRAUCH	68
ABBILDUNG 14 PRÜFMUSTER PET-FLASCHE	70
ABBILDUNG 15 PRÜFMUSTER GLASFLASCHE	72
ABBILDUNG 16 PRÜFMUSTER ALUMINIUMDOSE	74
ABBILDUNG 17 PRÜFMUSTER PS-BECHER	76
ABBILDUNG 18 PRÜFMUSTER PP-BECHER	78
ABBILDUNG 19 PRÜFMUSTER PP-SCHLAUCHBEUTEL	80
ABBILDUNG 20 PRÜFMUSTER PAPIER-SCHLAUCHBEUTEL	81
ABBILDUNG 21 KUNSTSTOFFBEDARF IM VERPACKUNGSSEKTOR, VERÄNDERT NACH PLASTICSEUROPE 2020	83

## Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 LIZENSIERUNGS-EINHEITEN (QUELLE: CITEO.....)	39
TABELLE 2 STRAFMAßNAHMEN STUFE 1 LT. CITEO 2020.....	41
TABELLE 3 STRAFMAßNAHMEN STUFE 2, LT.CITEO 2020.....	42
TABELLE 4 STRAFMAßNAHMEN STUFE 3, LT. CITEO 2020.....	42
TABELLE 5 PRODUKTINFORMATION LT. ISO 14020.....	43
TABELLE 6 RECYCLINGSTRÖME 2020.....	52
TABELLE 7 RECYCLINGSTRÖME 2022.....	52
TABELLE 8 ERGEBNISSE RECYCLINGFÄHIGKEIT .....	82

## Abkürzungsverzeichnis:

<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlenstoffdioxid
<b>d.h.</b>	das heißt
<b>EC</b>	European Commission
<b>EG</b>	Europäische Gemeinschaft
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>EPR</b>	Extended Producer Responsibility
<b>EW</b>	Einweg
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations
<b>FT-IR</b>	Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie
<b>GHG</b>	Greenhousegas
<b>GWP</b>	Global Warming Potential
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>LCA</b>	Lebenszyklusanalyse
<b>MJ</b>	Mega Joule
<b>MW</b>	Mehrweg
<b>Nm<sup>3</sup></b>	Newton-Kubikmeter
<b>PCF</b>	Product Carbon Footprint
<b>PEF</b>	Product Environmental Footprint
<b>PEFCR</b>	Product Environmental Footprint Category Rules
<b>PET</b>	Polyethylenterephthalat
<b>PP</b>	Polypropylene
<b>POCP</b>	Photochemical Ozone Creation Potential
<b>PS</b>	Polystyrol
<b>RL</b>	Richtlinie
<b>u.a.</b>	unter anderem
<b>VO</b>	Verordnung

# 1 Einleitung

## 1.1 Themenstellung und Relevanz der Themenstellung

Dem Thema Nachhaltigkeit wurde in den letzten Jahren, insbesondere der Dimension ökologische Nachhaltigkeit, immer mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Der einst als Fachbegriff verwendeter Term ist nun nicht mehr wegzudenken aus der gesellschaftlichen sowie politischen Diskussion. Dabei wird die Verwendung und Sinnhaftigkeit von Lebensmittelverpackungen oft massiv kritisiert und in Frage gestellt. Die Schwächen der Verpackungsindustrie wie Ressourcen- und Energieverbrauch, Müllberge und hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen überschatten dabei die Wichtigkeit der Funktion von Verpackungen. In erster Linie sollen Verpackungen den Schutz des Produktes gewährleisten, in der Lebensmittelindustrie bedeutet das den frühzeitigen Verderb der Lebensmittel verhindern, welche in der Produktion viel energieintensiver und umweltschädlicher sind als die Verpackung selbst. Der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*) zufolge gehen ein Drittel der produzierten Lebensmittel entlang der Wertschöpfungskette verloren oder verderben. Dies entspricht einer Menge von 1,3 Milliarden Tonnen jährlich (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011). Ein großer Teil dieser enormen Verluste ist auf inadäquate Verpackungssysteme oder schlechte Lagerung zurückzuführen. Es ist klar, dass ein schierer Verzicht von Verpackungen zu teilweise höheren Lebensmittelverlusten und somit einer schlechteren Klimabilanz führen kann. Wie kann man nun den optimalen Schutz für ein Lebensmittel gewähren bei gleichzeitig minimalem Ressourcenverbrauch? Antworten gibt das Prinzip der Kreislaufwirtschaft, welches einen möglichst langen Verbleib von Rohstoffen in einem Kreislauf postuliert. In der Verpackungstechnologie und Lebensmittelindustrie bedeutet das den Einsatz von recyclingfähigen Materialien sowie den Ausbau von Mehrwegsystemen. Ein erfolgreiches Beispiel in Österreich ist der Einsatz von PET-Rezyklat für Getränkeflaschen<sup>1</sup>, hier kann ein nahezu geschlossener Kreislauf erreicht werden, da die recycelten Getränkeflaschen wieder zu Flaschen werden die mit Lebensmitteln in Kontakt stehen. Mit Systemen dieser Art gelingt es den Einsatz von Primärmaterialien

---

<sup>1</sup> „PET to PET Recycling“

stark zu senken und in weiterer Folge die Einwirkungen auf den Klimawandel zu reduzieren. Die Entwicklung solch nachhaltiger Verpackungssysteme steht zwar noch am Beginn, jedoch müssen sich die Mitgliedstaaten der europäischen Union in den nächsten Jahren intensiv damit auseinandersetzen. Die europäische Kommission nimmt sich zunehmend der Idee einer kreislauforientierten Union an, der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft sowie der aktuelle Green Deal bilden die Eckpfeiler für dieses Vorhaben. Bereits 1994 wurde von der Union eine Richtlinie zu Verpackungen und Verpackungsabfällen erlassen, welche erstmals einheitliche Recyclingziele für Verpackungen (jeweils für die Materialien Kunststoff, Holz, Eisenmetalle, Aluminium, Glas sowie Papier und Kartonpapier) für alle Mitgliedstaaten vorgibt. Diese Ziele wurden in dem Kreislaufwirtschaftspaket novelliert und nach oben kalkuliert. In den meisten Ländern ist man von der Ziellinie noch weit entfernt, in Österreich liegt die derzeitige Kunststoffrecyclingrate bei 25%, bis 2025 sollen es 50% werden (Altstoff Recycling Austria AG, 2019). Der Druck ist groß, es müssen innovative neue Strukturen der Verwertung oder eine Verbesserung der alten geschaffen werden und gegebenenfalls nationale Hersteller\*innen von Verpackungen zu einem recyclingfähigen Design aufgefordert werden.

Es muss ein Umdenken entlang der gesamten Wertschöpfungskette stattfinden, von Produzent\*innen bis hin zu den Kund\*innen. Nur unter einer holistischen Betrachtung des Problems kann es zu einer erfolgreichen Umsetzung der von der EU geforderten Maßnahmen und einer Verlangsamung der Klimakrise kommen.

In der vorliegenden Arbeit wird nach einleitender Recherche zur Thematik Nachhaltigkeit und einer umfassenden Klärung des Begriffes Kreislaufwirtschaft erarbeitet, ob und wie internationale Recyclingfähigkeit von Verpackungen erreicht werden kann. Infolgedessen wird die Intensität der ökologischen Auswirkungen von sieben Verpackungen aus unterschiedlichen Lebensmittelgruppen miteinander verglichen und deren Recyclingfähigkeit in Frankreich sowie in Österreich ermittelt. Abschließend werden die Ergebnisse, unter Berücksichtigung diverser Referenzquellen, diskutiert und ein Ausblick gegeben welche Entwicklungen und Herausforderungen sich in der Zukunft für international agierende Lebensmittelhersteller\*innen und Inverkehrbringer\*innen von Verpackungen ergeben werden.

## 1.2 Formulierung der Forschungsfragen

In Anbetracht der Tatsache, dass mit der Umsetzung aller Maßnahmen des Kreislaufwirtschaftspakets (Europäische Kommission, 2019b) begonnen worden ist, möchte ich folgende zwei Forschungsfragen formulieren.

**Forschungsfrage 1:** Welche Veränderungen bedeutet das Verbindlichwerden der neuen Recyclingquoten des Kreislaufwirtschaftspakets der europäischen Unionen, im Design von Lebensmittelverpackungen?

**Forschungsfrage 2:** Welche Kriterien müssen ausgewählte Lebensmittelverpackungen erfüllen, um in Frankreich und Österreich recyclingfähig zu sein?

## 1.3 Methodische Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich grundsätzlich in zwei Teile und bedient sich verschiedener Forschungsmethoden, um die Forschungsfragen zu beantworten. Der erste Teil der Arbeit stützt sich auf eine umfassende Literaturrecherche in Fachbüchern, wissenschaftlichen Publikationen, Studien und um der Aktualität gerecht zu werden, auf zahlreiche angesehenen Internetquellen. Dieser Teil der Arbeit dient der Erklärung und Definition der wichtigsten Begriffe zu den Forschungsfragen und gibt eine Einführung in die Themen der Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft.

Der zweite Teil umfasst die Untersuchung und Bewertung von sieben ausgewählten Verpackungsdesigns. Die Beschaffenheit der Verpackung wird u.a. mit einer FT-IR-Messung bestimmt und in weiterer Folge werden die ökologischen Auswirkungen anhand einer Ökobilanzierung untersucht. Für die Ökobilanzierung wird das von der FH Campus Wien entwickelte „Packaging Sustainability Tool“ verwendet. Im nächsten Schritt wird die Recyclingfähigkeit der unterschiedlichen Verpackungen mit der Circular Design Guideline der FH Campus bewertet. Beide Bewertungen werden anschließend für einen nationalen, sowie internationalen Vergleich der Verpackungssysteme (in den jeweiligen Kategorien) herangezogen. In der Diskussion wird der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen international einheitliche Designempfehlungen für Verpackungen, für Hersteller\*innen als auch für die Umwelt haben.

## 2 Thematische Einbettung des Begriffs Nachhaltigkeit

Der Begriff Nachhaltigkeit ist in den letzten Jahren in der Gesellschaft, der Politik als auch in der Wissenschaft sehr gebräuchlich geworden. Der bis vor kurzem noch als Fachbegriff, hauptsächlich von Ökolog\*innen, verwendete Ausdruck hat zunehmend im allgemeinen Sprachgebrauch an Bedeutung gewonnen. Im folgenden Kapitel soll kurz die Historie des Begriffs Nachhaltigkeit erläutert werden, außerdem wird versucht eine klare Definition des Konzepts Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung zu beschreiben. In weiterer Folge wird auf die Nachhaltigkeit und Bewertungsverfahren dieser in den Bereichen Ernährung und Lebensmittelproduktion, sowie Verpackungstechnologie eingegangen.

### 2.1 Ursprünge und Definition von „Nachhaltigkeit“

Die Ursprünge der Idee der Nachhaltigkeit sind bereits im Jahre 1713 in der Forstwirtschaft zu finden. Johann Carl von Carlowitz, deutscher Oberbergmann beschreibt in seinem Werk **„Sylvicultura Oeconomica“** ein Handlungsprinzip welches fordert nicht mehr Holz zu schlägern als der Wald regenerieren kann. (Carlowitz, 2012) Der Leitgedanke Carlowitz' war es die wirtschaftlich bedeutungsvolle Ressource Holz maßvoll zu nutzen, um einen möglichen späteren Totalausfall der Ressource zu verhindern. Der damals generierte Gedanke findet sich auch heute noch in der Vielzahl von modernen Definitionen des Begriffs Nachhaltigkeit wieder und gilt nicht nur wie ursprünglich vorgesehen im Bereich der Forstwirtschaft. Das Prinzip der Nachhaltigkeit beschreibt damals wie heute einen gemäßigten Umgang mit natürlichen Ressourcen, um diese für zukünftige Generationen nicht zu erschöpfen.

Den Beginn der Nachhaltigkeitsdebatte der Moderne machte Dennis Meadow 1972 mit dem, vom Club of Rome<sup>2</sup>, veröffentlichten Bericht „Die Grenzen des Wachstums“. Diese Studie zeigte, dass die derzeitigen Handlungsmuster der Bevölkerung, die stetig wachsende Weltbevölkerung und die fortlaufende Industrialisierung bald die ökologischen Grenzen der Erde erschöpfen werden und dadurch kein Wachstum mehr erlauben. Der Bericht erreichte auch wegen seiner dystopischen Vorhersagen eine

---

<sup>2</sup> Interdisziplinärer Experten\*innenzusammenschluss welcher sich mit Lösungen für eine nachhaltige Zukunft auseinandersetzt. Gründung 1968

breite Öffentlichkeit und in den folgenden Jahren kam es zunehmend zu mehr Konferenzen und Debatten über einen nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen.

Entscheidend war für den globalen Diskurs über Nachhaltigkeit und nachhaltige Entwicklung im 20. Jahrhundert der Bericht „Unsere Gemeinsame Zukunft“ der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen von 1987, auch als „**Brundtland-Bericht**“ bekannt. Die Kommission (Vorsitz, 1987: Gro Harlem Brundtland, damalige norwegische Ministerpräsidentin) wurde beauftragt einen Perspektivenbericht für eine langfristige, ertragreiche und umweltschonende Entwicklung bis zum Jahre 2000 zu erstellen. In diesem Bericht wurde neben dem Begriff Nachhaltigkeit auch erstmals das Konzept für eine „Nachhaltige Entwicklung“ beschrieben, welche per Definition eine Befriedigung der Grundbedürfnisse der Gegenwart ermöglichen soll, ohne dabei die Möglichkeit der Befriedigung der Bedürfnisse für andere Generationen zu verhindern (World Commission on Environment and Development, 1987). Diese globale Entwicklungsstrategie veranschaulicht, dass weltweite politische, ökonomische und ökologische Entwicklung nicht getrennt voneinander betrachtet und gelöst werden können, da diese gegenseitig, Auswirkungen aufeinander haben. Ökonomische Effizienz, soziale Gerechtigkeit und ein fortwährendes Bestehen der ökologischen Lebensgrundlagen sind als gleichwertig anzusehen.

In weiterer Folge veranlasste der Brundtland-Bericht die Vereinten Nationen zur Einberufung der **Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio 1992**. Die Konferenz galt als erste Konferenz, welche umweltpolitische Themen in einem globalen Kontext behandelt. Im Rahmen dieser wurden fünf Dokumente beschlossen, die als erste internationale Abkommen zur Realisierung der nachhaltigen Entwicklung gesehen werden, unter anderem die Agenda 21. Dieses Programm setzt die gesammelten Ziele der Konferenz in konkrete Handlungsempfehlungen um, welche sich an alle Akteure der nachhaltigen Entwicklung richten (Vereinte Nationen für Umwelt und Entwicklung, 1992). Die Agenda 21 setzt vor allem auf die nationalen Regierungen, die für die Umsetzung der Maßnahmen in regionale Aktionspläne und Strategien verantwortlich sind, um eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen zu erreichen. (Pufé, 2017)

## **Definition „Nachhaltigkeit“**

Seit der ersten Beschreibung von Carlowitz 1713 eines ressourcenschonenden Handlungsprinzips, zur Erhaltung der Güte der Wälder ist Nachhaltigkeit zu einem viel diskutierten Aspekt in der Gesellschaft, Politik und Wissenschaft geworden.

Einige Wissenschaftler\*innen haben seither probiert eine allgemeingültige Definition für Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung zu finden. Die Brundtland-Definition der nachhaltigen Entwicklung von 1987 ist meinem Ermessen nach, nach wie vor jene die den Sachverhalt am konkretesten beschreibt:

*„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“*

-Report of the World Commission on Environment and Development, 1987

## **Dreidimensionales Modell der Nachhaltigkeit**

Das zwingende Zusammenspiel ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte in der nachhaltigen Entwicklung ist weitgehend klar definiert. In verschiedenen Modellen wird diese Einigkeit dargestellt, wobei es zwei große Fraktionen an Modellen gibt „Ein-Dimension-Modelle“ und „Mehr-Dimensionen-Modelle“. In diesem Fall bedeutet „Ein-Dimension-Modell“, dass in einem Konfliktfall einer Dimension mehr Gewicht eingeräumt wird, z.B. die ökologische Dimension immer vorangestellt. Mehrdimensionale Modelle bewerten alle Dimensionen als gleichwertig (Heinrichs & Michelsen, 2014).

Am geläufigsten ist das dreidimensionale Modell mit den Dimensionen: Ökologie, Ökonomie und Soziales. Das Modell wurde 1998 von der deutsche Enquete-Kommission in den Diskurs der Nachhaltigkeit aufgenommen. (Heinrichs & Michelsen, 2014)

Dieses Modell beruht darauf, dass eine nachhaltige Entwicklung nur bei gleichzeitiger Berücksichtigung der drei Dimensionen Wirtschaft- Ökologie und Soziales gegeben sein kann. Nachhaltige Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass alle drei Dimensionen gleichbedeutend sind. Wirtschaftliche und soziale Aspekte dürfen nicht

über ökologischen stehen, gleichzeitig darf es nicht zu einem ökonomischen Defizit kommen, durch die Lösung ökologischer Probleme (Pufé, 2017).

Das Modell zeigt die Nachhaltigkeit als verbindendes Element der drei Dimensionen, häufig wird das Modell in Form von drei tragenden Säulen (die drei Dimensionen) und einem Dach (Nachhaltigkeit) dargestellt. Nach Kritik an dieser Darstellung wurde weitere Umsetzungsmöglichkeiten entwickelt, welche das Thema der Nachhaltigkeit als zentrales Element des Modells darstellen. Abbildung 1 stellt mögliche Varianten der Darstellung von dreidimensionalen Modellen der Nachhaltigkeit dar.

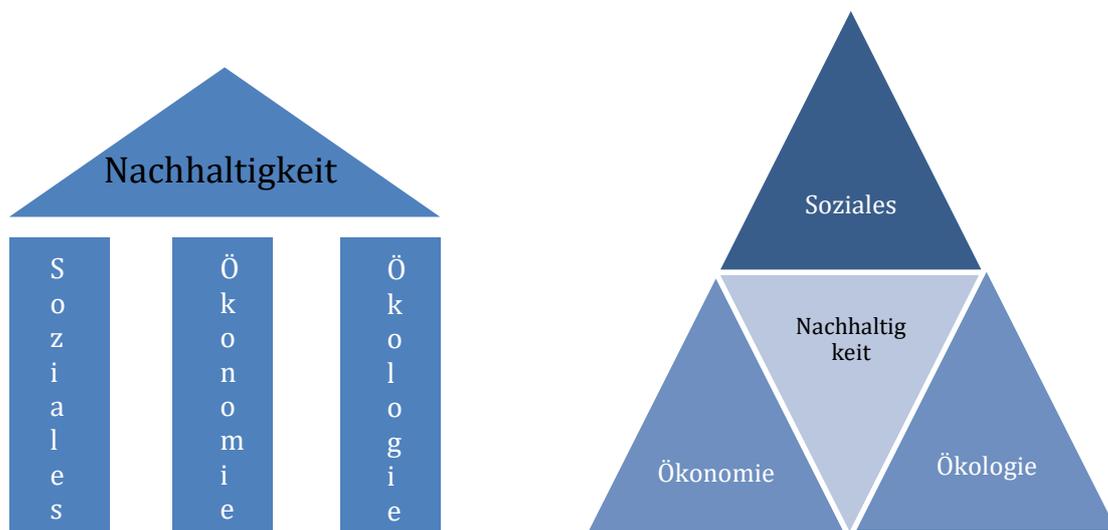


Abbildung 1 Dreidimensionale Nachhaltigkeitsmodelle (verändert nach PUFÉ, 2017)

### Dimension Ökologie:

Die ökologische Dimension fokussiert sich auf den Erhalt der natürlichen Ressourcen und Rohstoffen und den schonenden Umgang mit diesen. Die Nutzung dieser Güter muss in einem Maß erfolgen in dem sich diese auch wieder eigenständig regenerieren können, es dürfen keine irreversiblen Schäden entstehen und Überlastung der Systeme (z.B. hohe Treibhausgasemissionen, Versäuerung der Böden) soll dadurch verhindert werden. Essentiell ist es die ökologischen Systeme dauerhaft zu erhalten und diese so zu nutzen, dass ihr Fortbestand auch für spätere Generationen gesichert ist (Pufé, 2017).

### Dimension Soziales:

Die Ressourcen müssen global gerecht verteilt werden, sodass jeder Mensch ausreichend Rohstoffe zur Verfügung hat, um seine Grundbedürfnisse zu befriedigen. Das Konzept der sozialen Nachhaltigkeit fordert für jeden Menschen ein menschenwürdiges Leben, welches anhand mehrerer Parameter gemessen werden kann. Littig und Grießler postulieren drei Kernindikatoren anhand jener die soziale Nachhaltigkeit bewertet wird. Der erste Indikator widmet sich der Befriedigung sozialer Grundbedürfnisse unter Miteinbeziehung von Einflussgrößen wie Einkommensverteilung, Erwerbstätigkeit/Arbeitslosigkeit, Gesundheitszustand, Bildungsmöglichkeiten. Die zwei weiteren Indikatoren beziehen sich auf den Gedanken der sozialen Gerechtigkeit, der gleichbedeutend mit einer umfassenden Chancengleichheit für ausreichende Lebensqualität und Teilnahme an der Gesellschaft ist. (Littig & Grießler, 2004)

### Dimension Ökonomie:

Wirtschaftlicher Gewinn und ökologisches Handeln sind zwei Ziele die sich vermeintlich oft nicht vereinen lassen. Die ökonomische Nachhaltigkeit beschreibt die betriebswirtschaftliche Nutzung von Systemen in dem Maß, dass diese sich fortwährend selbst erhalten können. Rohstoffe und Ressourcen sollen optimal genutzt werden, sodass effizient gewirtschaftet werden kann und es nicht zu einem ökonomischen Defizit für spätere Generationen kommt. Im Sinne der ökonomischen Nachhaltigkeit soll wirtschaftliches Handeln sozial- und umweltverträglich sein und das Maß des Wohlstands nun nicht mehr ausschließlich Wachstum sein, sondern sich hin zu steigender Lebensqualität bei Erhalt der Lebensgrundlagen verschieben. (Pufé, 2017)

## 2.2 Bewertungsverfahren der Nachhaltigkeit

Nach Darstellung der Entstehung des Begriffs Nachhaltigkeit und der Definition stellt sich eine weitere Frage: kann man die Nachhaltigkeit einzelner Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen messen und fortfolgend bewerten? Wenn ja, wie?

Folgend möchte ich näher auf das Bewertungsverfahren der Lebenszyklusanalyse bzw. Ökobilanz eingehen, die bei präziser Ausführung, als eines der aussagekräftigsten Modelle zur Bewertung ökologischer Faktoren gilt. Außerdem werden die drei relevantesten Fußabdruckmethoden, der ökologische Fußabdruck, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck sowie der Product Environmental Footprint beschrieben, welche ebenfalls bedeutsame Tools zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Produkten, Unternehmen, sowie der Lebensweise von Personen sind.

### 2.2.1 Lebenszyklusanalyse / Ökobilanz

Die Ökobilanz oder auch Lebenszyklusanalyse (*Life Cycle Assessment*) ist eine systematische Berechnung und Bewertung der gesamten Umweltbelastung eines Produktes bzw. einer Dienstleistung anhand des ganzen Lebenszyklus. Es werden sämtliche Umweltauswirkungen beginnend mit der Produktion der Rohstoffe, der Herstellung, Nutzung bis hin zur Entsorgung des Produkts miteinbezogen. (Frischknecht, 2020)

Gemäß der Norm ISO 14040 ist die Ökobilanz in vier Phasen unterteilt: (Klopffer & Grahl, 2009)

#### 1. Zielfestlegung und Setzen eines Untersuchungsrahmens

Es muss ausdrücklich beschrieben sein welchen quantifizierbaren Nutzen der Auftragsgeber\*in aus der Ökobilanz ziehen kann (Ziel), für welchen Anwendungsbereich die Studie durchgeführt wird (Untersuchungsrahmen)

#### 2. Sachbilanz

Im zweiten Schritt wird die Menge an Rohstoffen und Energie, welche im Lauf des Lebenswegs des Produkts verbraucht wird zusammengetragen. Hierbei werden alle Bereiche von der

Gewinnung/Produktion der Rohstoffe bis in zur Entsorgung des Produktes miteinbezogen.

### 3. Abschätzung der Wirkung

Bei der Wirkungsabschätzung wird die Fülle an Ergebnissen der Sachbilanz in Wirkungskategorien zusammengefasst und eingeordnet. Die zu untersuchenden Substanzen werden den einzelnen Wirkungskategorien zugeordnet. Wirkungskategorien sind z.B.: Klimawandel, Versauerung, Sommersmog und Wassernutzung

### 4. Auswertung

Im letzten Schritt werden die Ergebnisse der Sachbilanz sowie der Wirkungsabschätzung anhand der festgelegten Ziele und des Untersuchungsrahmens kritisch bewertet und interpretiert. In weiterer Folge können Empfehlungen gemäß dem Ziel gegeben werden.

Anwendungsbereich:

- Beurteilung von Unternehmen
- Beurteilung und Vergleich von Produkten
- Produktentwicklung bzw. -optimierung

### Streamline LCA:

Eine vollständige Ökobilanzierung ermöglicht es die ökologischen Auswirkungen eines Produktes entlang seines gesamten Lebensweges zu erfassen und zu analysieren. Der Prozess der Datenerfassung und -verarbeitung ist komplex und meistens sehr zeit- sowie kostenintensiv. Vor allem kleine und mittlere Unternehmen können eine vollständige Ökobilanzierung aus den genannten Gründen häufig nicht durchführen. In diesem Fall ist es möglich eine nicht ganz so umfangreiche Variante der LCA zu vollziehen, eine Streamline LCA. Die Streamline LCA beruht im Wesentlichen auf den Prinzipien einer vollständigen Ökobilanz, jedoch mit kleiner gefassten Untersuchungsrahmen. Hierbei wird der gesamte Produktlebensweg betrachtet,

jedoch die Erfassung aller In- und Outputströme auf einige wesentliche Parameter beschränkt. (Eberle et al., 2015b)

## 2.2.2 Fußabdruck Methoden

Seit einigen Jahren wird der Fußabdruck sinnbildlich für den Verbrauch von natürlichen Ressourcen eingesetzt. Mit unterschiedlichen Messmethoden werden der Bedarf an CO<sub>2</sub> Äquivalenten oder die benötigte Landfläche einer Person, Unternehmers oder eines Produktes berechnet und dargestellt. Folgend werden drei aussagekräftige Methoden beleuchtet (Baumast et al., 2019).

Das Konzept des **ökologischen Fußabdrucks** wurde von Prof. William Rees in Zusammenarbeit mit Dr. Mathis Wackernagel (University of British Columbia, CA) 1994 ins Leben gerufen. Der ökologische Fußabdruck ist jene Fläche in globalen Hektar (gha) die ein Mensch benötigt, um seinen Lebensstil dauerhaft zu ermöglichen. Dabei werden all jene Flächen miteinbezogen, die zum Beispiel für Produktion von Nahrungsmitteln oder Kleidung notwendig sind, sowie jene die für die Energiebereitstellung benötigt werden, aber auch die natürliche Fläche die benützt wird, um die durch jegliche Verhaltensweise bzw. Aktivitäten freigesetzten Treibhausgase wieder zu binden (Meinhold, 2011).

Je größer der ökologische Fußabdruck, desto mehr gha werden benötigt um den Lebensstandard zu halten. Mithilfe dieses Instruments kann eine Aussage darüber getroffen werden, wie nachhaltig die derzeitige Lebensweise einer Person ist.

In weiterer Folge hat sich aus dem ökologischen Fußabdruck, der **CO<sub>2</sub>-Fußabdruck** bzw. Carbon Footprint entwickelt. Der Begriff CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wird unterschiedlich definiert, nach Wiedmann, 2008 wird mit dieser ausschließlich die Emission an Kohlenstoffdioxid die eine Aktivität oder ein Produkt, während seines gesamten Lebenszyklus erfordert, gemeint.

*“The carbon footprint is a measure of the exclusive total amount of carbondioxide emissions that is directly and indirectly caused by an activity or is accumulated over the life stages of a product.” (Wiedman & Minx, 2008)*

Andere Definitionen schließen neben CO<sub>2</sub> auch andere Treibhausgase<sup>3</sup> in die Berechnung mit ein, diese werden dann als kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent wiedergegeben (Wiedman & Minx, 2008). Eine Standardisierung der Carbon Footprints wird global durch das Greenhouse Gas Protocol (GHG) gewährleistet. Das von Weltressourceninstitut in Zusammenarbeit mit dem Weltwirtschaftsrat für Nachhaltige Entwicklung veröffentlichte Protokoll stellt einen globalen Standard für die Erfassung von Treibhausgasen dar. Darüber hinaus gibt es zwei ISO Normen (ISO 14067 und ISO 14064) welche Qualitätsanforderungen zur Bestimmung von Carbon Footprints liefern. (Baumast et al., 2019)

Der produktbezogene CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bildet eine eigene Kategorie und wird als **Product Carbon Footprint** bezeichnet. Der PCF misst die Treibhausgas-Emission entlang des gesamten Produktlebenszyklus und misst somit die Klimawirkung des Produktes von der Erzeugung der Rohstoffe bis hin zur Entsorgung des Produktes.

Zu dem Zweck besserer Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Carbon Footprints sind diverse Standards von internationalen Organisationen wie der Internationalen Organisation für Normung (ISO 14067) oder British Standard Institution (PAS 2050) entwickelt worden. (Gao et al., 2014)

Die Kritik am CF bzw. PCF richtet sich dahin, dass dieser ein eindimensionales Instrument der Nachhaltigkeitsbewertung ist, der sich ausschließlich mit den ökologischen Auswirkungen eines Produktes beschäftigt. (Wirtschaftslexikon Gabler, 2018)

### Product Environmental Footprint (PEF)

Innerhalb der EU gibt es verschieden Ansätze der Nachhaltigkeitsbewertung. Die direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist nicht immer gegeben und oftmals mit erhöhtem Arbeits- und Kostenaufwand, vor allem für kleine und mittlere Unternehmen verbunden. Darüber hinaus führt diese Vielzahl von Bewertungsmethoden dazu, dass in der EU keine Einigkeit besteht welche Kriterien ein Produkt oder Unternehmen zu erfüllen hat, um als nachhaltig zu bezeichnet werden. In Anbetracht dieser Tatsache hat es die europäische Kommission für notwendig erachtet ein gemeinsames Tool zu

---

<sup>3</sup> Treibhausgase des Kytoprotokolls: Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), Lachgas (N<sub>2</sub>O), Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW), Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) und Stickstofftrifluorid (NF<sub>3</sub>)

entwickeln welches in der gesamten EU anwendbar ist und vergleichbare Ergebnisse liefert. Der vom europäischen Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability Ispra (JRC-IES) **Product Environmental Footprint** Leitfaden baut auf den Prinzipien einer klassischen Ökobilanzierung auf und nützt ebenfalls die Analyse des gesamten Lebenswegs eines Produktes zur Bewertung der Nachhaltigkeit. Im Gegensatz zu bisher durchgeführten Ökobilanzierungen, bei denen ein gewisses Maß an Freiheit in Bezug auf die Fragestellung gegeben wurde, definiert der PEF-Leitfaden jedoch spezifische Regeln für die Bilanzierung unterschiedlicher Produktgruppen (Product Environmental Footprint Category Rules). So kann es bei unterschiedlichen Anwendern der PEFCR, nicht zu Diskrepanzen in der Auswertung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse kommen. Die PEFCR reduzieren die Wirkungskategorien der Ökobilanzierung auf 16 wesentliche Kategorien, welche in Input und Output-bezogene, sowie toxizitätsbezogene Kategorien unterteilt werden (Baumast et al., 2019):

Input-bezogene Wirkungskategorien streben den möglichst langen Erhalt und damit verbundenen schonenden Umgang von natürlichen Ressourcen an.

- Bodenverlust
- Ressourcenabbau (fossil)
- Ressourcenabbau (mineralisch)
- Ressourcenabbau (aquatisch)

Out-put-bezogene Wirkungskategorien beziehen sich auf die ökologischen Auswirkungen von emittierenden Substanzen.

- Abbau der Ozonschicht
- Eutrophierung (terrestrisch)
- Eutrophierung (marin)
- Eutrophierung (aquatisch)
- Feinstaub / anorganische Emissionen
- Ionisierende Strahlung
- Klimawandel
- Photochemische Bildung von Ozon
- Versauerung

Toxizitätsbezogene Wirkungskategorien zeigen die Emission von human und ökotoxischen Substanzen auf.

- Humantoxizität, kanzerogene Folgen
- Humantoxizität, nicht kanzerogene Folgen
- Ökotoxizität in Gewässern

#### Vergleich des Product Carbon Footprint von Lebensmittel und Verpackung

Der negative ökologische Beitrag von Verpackungen wird häufig weitgehend überschätzt. Konsument\*innen bewerten die Verpackungen eines Lebensmittels oft viel klimaschädlicher, als das Produkt selber. Durchschnittlich ist die Verpackung von verpackten Lebensmitteln jedoch nur zu 3% verantwortlich für die Klimawirkung des Produktes. (*Lebensmittel – Verpackungen – Nachhaltigkeit: Ein Leitfaden für Verpackungshersteller, Lebensmittelverarbeiter, Handel, Politik & NGOs. Entstanden aus den Ergebnissen des Forschungsprojekts „STOP waste – SAVE food“, 2020*)

Im Rahmen einer Studie der Agentur „denkstatt“ in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung zu Bedeutung von Verpackungen konnte anhand einiger Beispiele gezeigt werden um wie viel höher der PCF bei Lebensmittel im Vergleich zu deren Verpackungen ist. (Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung & denkstatt, 2018)

Besonders beeindruckend ist das Beispiel Roastbeef:

330g Roastbeef: 14kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente

MAP-Verpackung<sup>4</sup>: 0.07 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Wie in Abb. 2 deutlich zu erkennen ist, sind die Werte der CO<sub>2</sub> – Bilanz des Lebensmittels (Roastbeef) 200x höher als jene der Verpackung.

---

<sup>4</sup> Modified Atmosphere Packaging = Verpackung unter Schutzatmosphäre

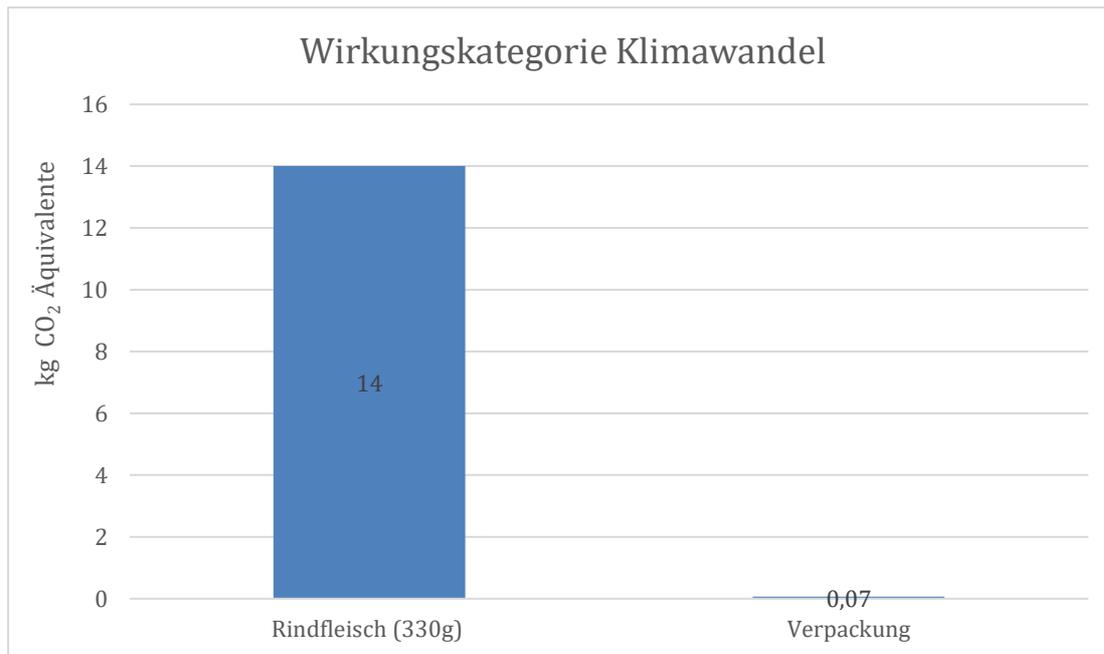


Abbildung 2 Vergleich der CO<sub>2</sub>-Äquivalente von Roastbeef und Verpackung (verändert nach Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung & denkstatt, 2018)

Eine der Hauptfunktionen von Verpackungen ist der Schutz des Lebensmittels, um folgend Nahrungsmittelabfall sowie Lebensmittelverschwendung zu vermeiden. Nachgewiesenermaßen kommt es bei Produkten ohne Verpackung häufiger und schneller zum Lebensmittelverderb. Reduktion bzw. gänzlich Weglassen von Verpackungsmaterial, ergibt nur eine geringfügige Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz des Produktes, jedoch steht demgegenüber die Gefahr eines schnelleren Lebensmittelverderbes, welcher einen wesentlich negativeren Einfluss auf die Klimabilanz hat.

### 2.3 Nachhaltige Ernährung

Nach Betrachtung der hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen die Lebensmittel verursachen (vor allem im direkten Vergleich mit deren Verpackungen) stellt sich die Frage, ob eine nachhaltige Ernährungsform existieren kann? Kann eine gesundheitsförderliche Nahrungsmittelauswahl ökologisch vertretbar und gleichzeitig ökonomisch sein? Die wesentlichen Charakteristika einer „westlichen Ernährung“ wie hoher Konsum von raffinierten Kohlenhydraten, hochprozessierten fettreichen Fleisch bei gleichzeitigem geringen Konsum von Obst und Gemüse stellen sowohl für die menschliche Gesundheit, als auch ökologisch eine Herausforderung dar. (Zach et al., 2018)

Die westliche Ernährungsweise erhöht sowohl Morbiditäts- als auch Mortalitätsraten, genauso wie die Emission von Treibhausgasen und die damit verbundene fortschreitende Klimakrise. Im folgenden Abschnitt wird die relativ junge Wissenschaftsdisziplin Ernährungsökologie kurz beleuchtet und die sich daraus entwickelte „Vollwert-Ernährung“ dargestellt. Sowohl die Ernährungsökologie, als auch die praxisrelevante Umsetzung dieser in Form der Vollwert-Ernährung haben zum Ziel ernährungsrelevante Probleme im Einklang mit der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft nachhaltig zu lösen. Der neusten Forschungsergebnisse bezüglich nachhaltiger Ernährung stammen von der EAT-Lancet-Kommission, welche mit der „planetary health diet“ einen wesentlichen Beitrag im Fortschreiten der Entwicklung von gesundheitsförderlichen und ökologisch unbedenklichen Ernährungsweisen leistet

### **2.3.1 Ernährungsökologie**

Ende der 1970er Jahre bildete sich aus einem studentischen Arbeitskreis an der Universität in Gießen die Wissenschaftsdisziplin Ernährungsökologie. Prägend für die Entstehung und Entwicklung ist definitiv Prof. Claus Leitzmann. (Schneider et al., 2012)

Dieser Teilbereich der Ernährungswissenschaft beschäftigt sich mit den Zusammenhängen und Wechselwirkungen der Ernährung mit den Dimensionen Gesellschaft, Umwelt, Wirtschaft und Gesundheit. Die Dimensionen können die Ernährung beeinflussen, genauso wie individuelle und globale Ernährungsmuster Auswirkungen auf diese haben könne. Der Grundsatz der Ernährungsökologie ist die Mehrdimensionalität von ernährungsassoziierten Problemen, welche nicht isoliert betrachtet werden dürfen. Ziel muss es sein, Lösungen bzw. Lösungsansätze für diese Probleme zu finden, welche Auswirkungen und Zusammenhänge in allen vier Dimensionen berücksichtigen. (Schneider et al., 2012)

### **2.3.2 Vollwert Ernährung**

Jenes an der Universität Gießen entwickelte Konzept der Vollwert-Ernährung ist eine praktische Umsetzung der Ernährungsökologie, welches erstmals 1980 von Karl Koerber, Claus Leitzmann und Thomas Männle veröffentlicht worden ist. Diese vorwiegend pflanzliche Ernährungsweise soll eine hohe Lebensqualität ermöglichen, bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt und fairen Wirtschaftsverhältnissen, sowie

soziale Gerechtigkeit realisieren. Die nachstehenden sieben Grundsätze bilden die Basis einer nachhaltigen Ernährung (Koerber et al., 2012):

- 1- Bevorzugt pflanzliche Lebensmittel
- 2- Ökologisch erzeugte Lebensmittel
- 3- Regionalität und Saisonalität
- 4- Gering verarbeitete Lebensmittel
- 5- Lebensmittel, welche fair gehandelt sind
- 6- Ressourcenschonung
- 7- Genuss

Ausgehend von den Grundsätzen für eine nachhaltige Ernährungsweise gibt das Konzept Vollwert-Ernährung Empfehlungen für die Lebensmittelauswahl und -verarbeitung. Der Großteil der Nahrungsmittel soll aus Obst und Gemüse, Vollkorngetreideprodukten, Hülsenfrüchten und Kartoffeln bestehen. Neben Milch und Milchprodukten sollte der Anteil an tierischen Produkten wie Fleisch, Fisch und Eier nur gering sein. Empfohlen wird die Hälfte der Kost unerhitzt zu genießen und hauptsächlich jene Rohstoffe verarbeitet bzw. erhitzt zu essen, bei denen im rohen Zustand Bedenken bezüglich des Vorhandenseins von Bakterien oder Schadstoffen vorhanden sind. Die Auswahl der Lebensmittel richtet sich nicht nur nach physiologischen Vorteilen, sondern sollte auch die Regionalität sowie die saisonale Verfügbarkeit von Lebensmittel berücksichtigen. Des Weiteren ist die Umweltverträglichkeit der Verpackungen zu beachten. (Koerber et al., 2012)

### **2.3.3 Planetary health diet - LANCET**

Ein weiterer bemerkenswerter Ansatz für die nachhaltige Ernährung wurde Anfang 2019 von der EAT Lancet Kommission präsentiert. Die Kommission, bestehend aus 37 internationalen Wissenschaftler\*innen unterschiedlicher Fachgebiete, hat mit der „planetary health diet“ Ernährungsempfehlungen entwickelt, welche einerseits die Gesundheit des Menschen fördern und erhalten soll, andererseits gleichzeitig einen schonenden Umgang mit natürlichen Ressourcen postuliert und die klimaschädlichen Folgen einer übermäßigen Nahrungsmittelproduktion verhindern will.

Die Grundsätze der Lebensmittelauswahl in der „planetary health diet“ ähneln den bisherigen Vorschlägen für eine nachhaltige Ernährung: mehr pflanzliche

Nahrungsmittel, weniger tierische Produkte und im besten Fall biologisch produziert. Einzigartig ist die Angabe eines Speiseplans, welcher die tägliche Zufuhr einzelner Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen in Gramm genau anführt (kulturelle und geografische Schwankungsbreiten sind miteinberechnet) und in dieser Form für die gesamte Weltbevölkerung geltend ist. Eine Umstellung der Ernährung nach den Empfehlungen der Lancet-Kommission müsste in allen Teilen der Welt zu einem deutlichen Wandel der Ernährungsgewohnheiten führen, aber in weiterer Folge auch zu einem Umdenken und neuen Arbeitsweisen in der gesamten Lebensmittelproduktionsindustrie. Genau hier setzt auch die Kritik an der Studie an, Ernährungsempfehlungen innerhalb planetarer Grenzen führen teilweise zu extremen Veränderungen in einzelnen Gebieten (in den USA müsse man den täglichen Fleischkonsum um 70% reduzieren) die individuelle, aber auch politisch oft schwer umsetzbar sind und eine intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordern (Maschkowski, 2020).

Nichtsdestotrotz ist die ständige Auseinandersetzung, auf höchstem wissenschaftlichen Niveau, und damit verbundenen Publikationen eine wichtige Maßnahme, um die Bedeutung der Thematik weiterhin in der Gesellschaft sowie bei politischen Entscheidungsträgern zu positionieren.

## **2.4 Nachhaltigkeit in der Lebensmittelindustrie**

Die vorher beschriebenen Konzepte der nachhaltigen Ernährung setzen sich vor allem mit Veränderungen von individuellen Verhaltensweisen auseinander, die global betrachtet einen immensen Einfluss auf die Klimakrise haben können. Diese Veränderungen auf individueller Ebene setzen jedoch voraus, dass eine nachhaltige Arbeitsweise entlang der gesamten Produktionskette in der Lebensmittelindustrie von statten gehen muss.

Die thematische Einbettung der Nachhaltigkeit in der Lebensmittelindustrie ist umfassender und vielschichtiger, als es auf den ersten Blick scheint. Es sind eine Reihe von Bereichen zu beachten, beginnend von der Art der Produktion bzw. Beschaffung der Rohstoffe (biologisch, konventionell etc.), über Pestizidverwendung, Tierwohlkriterien bis hin zum Energieverbrauch und der Schadstoffbelastung bei der tatsächlichen Produktionsstätte. Die zunehmende Bedeutung der Nachhaltigkeit für Produzenten\*innen als auch Konsumenten\*innen erfordert auch Möglichkeiten, um die

gesamte Nachhaltigkeit von Unternehmen innerhalb der Lebensmittelindustrie zu bewerten und aufzuzeigen. Viele Unternehmen bzw. deren Produkte welche sich als nachhaltig klassifizieren, beziehen sich dabei häufig nur auf einen Bereich, in dem das Unternehmen z.B. spezielle Kriterien für diverse Gütesiegel erfüllt oder der PCF des Produktes gering ist.

Im Zuge dieser oftmals einseitigen Betrachtungsweise hat die Welternährungsorganisation der Vereinten Nationen 2013 die SAFA-Leitlinien (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) veröffentlicht, welche ein Leitfaden für die Nachhaltigkeitsbewertung von Agrar- und Lebensmittelunternehmen sein sollen. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013)

Darauf aufbauend wurde von dem Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) und der Sustainable Food Society GmbH (sfs) das SMART-TOOL entwickelt, das die praktische Umsetzung der Kriterien der SAFA-Leitlinien erlaubt. Diese beiden Instrumente ermöglichen erstmals eine umfassende Bewertung der von Unternehmen in der Lebensmittelindustrie, die annähernd alle Aspekte der Nachhaltigkeit miteinbezieht.

### SAFA-Leitlinien

Die 2013 veröffentlichten Leitlinien für die Nachhaltigkeitsbewertung in der Lebensmittelindustrie, geben einen Rahmen vor wie und anhand welcher Indikatoren die Nachhaltigkeit von Lebensmittelunternehmen bewertet werden soll. Der Bewertungsrahmen orientiert sich an den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit Soziales, Ökonomie, Ökologie und nimmt die Unternehmensführung noch als vierten Bestandteil auf. Abbildung 1 stellt die Aufteilung des Bewertungsrahmens in die vier Dimensionen dar, welche in 21 Themen und 58 weitere Unterthemen unterteilt sind. (Sustainable Food Systems Society GmbH (sfs) & Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), 2017) . Mit den SAFA-Leitlinien sollen Verbesserungen von Nachhaltigkeitszielen international in landwirtschaftlichen Betrieben und Lebensmittel-assoziierten Unternehmen gefördert werden. Die Leitlinien ermöglichen eine einheitliche Bewertung und Analyse, welche Vergleiche von Unternehmen erlauben.

 <b>UNTERNEHMENSFÜHRUNG</b>				
<b>UNTERNEHMENSETHIK</b>	Unternehmensleitlinien		Sorgfaltspflicht	
<b>RECHENSCHAFT</b>	Ganzheitliche Audits	Verantwortung		Transparenz
<b>PARTIZIPATION</b>	Dialog mit Interessensgruppen		Beschwerdemechanismen	Konfliktlösung
<b>RECHTSSTAATLICHKEIT</b>	Rechtmäßigkeit	Abhilfe, Entschädigung & Prävention	Gesellschaftspolitische Verantwortung	Ressourcenbeschaffung
<b>GANZHEITLICHES MANAGEMENT</b>	Nachhaltigkeitsplanung		Berücksichtigung externer Kosten	

 <b>ÖKOLOGISCHE INTEGRITÄT</b>			
<b>ATMOSPHERE</b>	Treibhausgase	Luftqualität	
<b>WASSER</b>	Wasserentnahme	Wasserqualität	
<b>BODEN</b>	Bodenqualität	Bodendegradation	
<b>BIODIVERSITÄT</b>	Diversität von Ökosystemen	Artenvielfalt	Genetische Vielfalt
<b>MATERIAL &amp; ENERGIE</b>	Materialverbrauch	Energieverbrauch	Abfallvermeidung & Entsorgung
<b>TIERWOHL</b>	Tiergesundheit	Artgerechte Haltung	

 <b>ÖKONOMISCHE RESILIENZ</b>					
<b>INVESTITIONEN</b>	Interne Investitionen	Gemeinnützige Investitionen	Langfristige Investitionen	Profitabilität	
<b>VULNERABILITÄT</b>	Produktionsstabilität	Stabilität der Lieferkette	Absatzstabilität	Liquidität	Risikomanagement
<b>PRODUKTINFORMATION &amp; QUALITÄT</b>	Lebensmittelsicherheit		Lebensmittelqualität	Produktinformationen	
<b>REGIONALE ÖKONOMIE</b>	Regionale Wertschöpfung		Regionale Beschaffung		

 <b>SOZIALES WOHLERGEHEN</b>				
<b>ANGEMESSENER LEBENSUNTERHALT</b>	Lebensqualität	Kompetenzaufbau	Fairer Zugang zu Produktionsmittel	
<b>FAIRE HANDELSPRAKTIKEN</b>	Verantwortungsvoller Einkauf		Rechte von Zulieferern	
<b>ARBEITSRECHTE</b>	Beschäftigungsverhältnisse	Zwangsarbeit	Kinderarbeit	Versammlungs- und Verhandlungsfreiheit
<b>GLEICHBERECHTIGUNG</b>	Nicht-Diskriminierung	Gleichstellung der Geschlechter	Förderung benachteiligter Gruppen	
<b>SICHERHEIT &amp; GESUNDHEIT</b>	Arbeitssicherheit & Gesundheitsversorgung		Öffentliche Gesundheit	
<b>KULTURELLE VIelfALT</b>	Indigenes Wissen		Ernährungssouveränität	

Abbildung 3 Dimensionen und Themen der SAFA-Leitlinien, Quelle: FAO, 2014)

### SMART-Tool (Sustainability Monitoring and Assessment Routine)

Das 2018 entwickelte SMART-Tool ist ein Instrument, welches es ermöglicht die Kriterien der SAFA-Leitlinien in die Praxis umzusetzen, um eine umfassende Nachhaltigkeitsbewertung von Unternehmen extern durchführen zu lassen. Mit Hilfe von Smart werden die Leistungen bezüglich Nachhaltigkeit, entsprechend der Richtlinien, von Unternehmen einfach aber umfassend analysiert und bewertet. Hierbei werden alle 58 Bereiche (wie in Abb. 1. angeführt) betrachtet und jeweils anhand einer Skala von 0 (ungenügend, nur 0 – 20% des Ziels wurden erreicht) bis 4 (sehr gut, Ziel wurde zu 81 – 100% erreicht) einzeln bewertet. Aufgrund der Analyse der einzelnen Komponenten ist es einfach zu erkennen, in welchen Bereichen die Unternehmen die Nachhaltigkeitsziele bereits erreicht haben, bzw. wo noch Potential für Verbesserung vorhanden ist. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013)

Die SAFA-Leitlinien, sowie das SMART-Tool sind nur ein Ausschnitt an Möglichkeiten für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Unternehmen im Lebensmittelsektor. Bei diesen aufeinander aufbauenden Methoden wird ersichtlich, dass die Bewertung sehr vielschichtig ist und mehrere Faktoren miteinbeziehen muss, um ein tatsächliche Analyse wieder zu geben.(Baumast et al., 2019)

## 2.5 Nachhaltige Lebensmittelverpackungen

Trotz negativen gesellschaftlichen Images ist klar, Verpackungen sind unverzichtbar um Güter entlang der Wertschöpfungskette und bei Transporten zu schützen. Dies ist auch eine der fundamentalsten Funktionen von Lebensmittelverpackungen: Schutz des Lebensmittels, sowie Verlängerung der Haltbarkeit. Darüber hinaus geben Verpackungen Raum für Produktinformationen und sind eine für Unternehmen nicht zu unterschätzende Präsentationsfläche. Eine nachhaltige Lebensmittelverpackung muss maximale Funktion, bei minimalen ökologischen Auswirkungen gewährleisten. Dahingehend ist es auch notwendig das Design der Verpackungen zu ändern, Verghese (Verghese et al., 2012) hat hierfür vier Prinzipien festgelegt:

### Sicherheit:

Verpackungen müssen die Sicherheit der menschlichen Gesundheit gewährleisten und die Auswirkungen auf das Ökosystem geringhalten. Lebensmittelverpackungen gelten als Lebensmittelkontaktmaterialien und unterliegen daher spezifischen rechtlichen Sicherheitsbestimmungen, in Österreich werden diese im Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz geregelt (LMSVG, 2006). EU-weit gelten die VO Nr. 1935/2004 und VO Nr. 2023/2006.

### Effektivität:

Nachhaltige Verpackungen müssen praktikabel sein, d.h. den bestmöglichen Produktschutz bieten und gleichzeitig einwandfrei für Konsument\*innen anzuwenden bzw. in weiterer Folge entsorgbar oder wiederverwendbar sein.

### Effizienz:

Effiziente Verpackungen zeichnen sich durch einen minimalen Einsatz von Rohstoffen und Energie über den gesamten Lebenszyklus hinweg aus. Ein effektives Design ermöglicht Einsparung sowohl bei Materialien und Energieressourcen, als auch ökonomisch. Darüber hinaus kann dadurch die Emission von klimaaaktiven Treibhausgasen reduziert werden.

### Zirkularität:

Die Materialien und das Design der Verpackung müssen so gewählt werden, dass ein möglichst langer Verbleib der Materialien in einem Kreislauf bewerkstelligt werden kann. In dieser Weise basiert das Circular Design von Verpackungen auf eine Maximierung von Closed Loop Prozessen, die verwendeten Packstoff sollen nach dem Recycling Prozess wieder zur Herstellung von Produkten derselben Funktion verwendet werden oder die Verpackung ist von Beginn an so konzipiert, dass diese in Mehrwegsystem implementiert werden kann.

### 3 Kreislaufwirtschaft

7,7 Milliarden Menschen leben zurzeit auf der Erde, 2050 werden es laut Prognosen der Vereinten Nationen 9,7 Milliarden sein, die Bevölkerung wächst rasant, während die notwendigen Ressourcen gleichzeitig immer weniger werden. „Earth-Overshoot-Day“, Ressourcenknappheit und enorme Abfallmengen sind nur einige wenige Schlagwörter die in der politischen, sowie gesellschaftlichen Diskussion rund um den fortschreitenden Verbrauch der Ressourcen und die damit verbundene Klimakrise, aufgetaucht sind. Ein Lösungsansatz der vom derzeitigen Modell „Produzieren – Kaufen – Wegwerfen“ hinzu einem geschlossenen Kreislauf geht, in dem die Ressourcen möglichst lange vorhanden sind ist die **Kreislaufwirtschaft**. Mithilfe von diesem Prinzip kann es ermöglicht werden wertvolle, aber knappe Ressourcen, durch sinnvolle Wiederverwendung oder erneute Aufbereitung zu schonen und eine baldige Erschöpfung dieser zu verhindern. Im folgenden Kapitel möchte ich das Prinzip und die Ziele der Kreislaufwirtschaft genauer erläutern, sowie eine Verbindung zu dem bereits vorgestellten Konzept der Nachhaltigkeit schließen. Im letzten Teil dieses Kapitels werden drei Maßnahmen der europäischen Union zur Förderung der Kreislaufwirtschaft vorgestellt, welche große Auswirkungen für Unternehmen in der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie haben können.

#### 3.1 Begriffsdefinition und Ursprünge der Kreislaufwirtschaft

Das Modell der Kreislaufwirtschaft ist nicht neu und das Prinzip des möglichst langen Beibehaltens von Rohstoffen im Wirtschaftskreislauf war schon vor der Einführung dieses Begriffes in div. Ländern bekannt. 1990 wird als der Ursprung der modernen Kreislaufwirtschaft gesehen, prägend dafür sind David W. Pearce und R. Kerry Turner welche in ihrem Werk „Economics of Natural Resources and the Environment“ erstmals den Term „Circular Economy“ herleiten und beschreiben.

Die Kreislaufwirtschaft geht, im Gegensatz zu dem bisher vorherrschendem Wirtschaft Modell der linearen Wirtschaft davon aus, dass Rohstoffe möglichst oft wiederverwendet werden können und sich somit so lange als möglich in einem Kreislauf befinden. Bei der linearen Wirtschaft ist der Endpunkt die Entsorgung der Rohstoffe, bzw. eine energetische Verwertung dieser. In der Kreislaufwirtschaft ist so ein „harter“ Endpunkt nicht vorgesehen, die Rohstoffe sollen immer wieder in den Kreislauf zurückfinden.

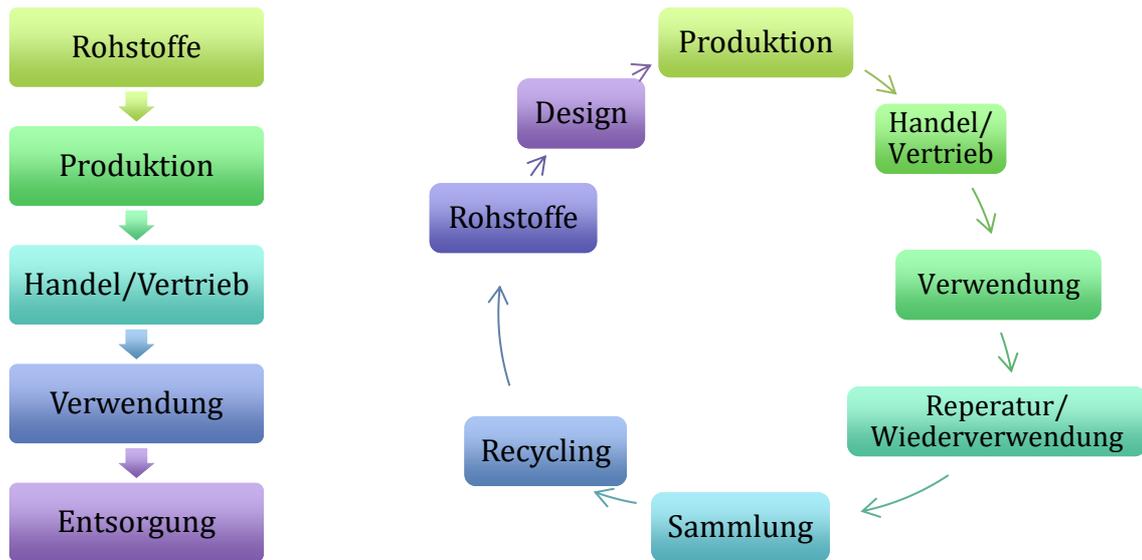


Abbildung 4 Lineare Wirtschaft und Kreislaufwirtschaft

Sinnführend ist es hierbei zwei Arten von Systemen zu unterscheiden „Open Loop“ und „Closed Loop“. Bei **Open Loop** Systemen werden die Rohstoffe einem Recyclingprozess unterzogen, jedoch nicht wieder zum ursprünglichen Produkt verarbeitet, sondern zur Herstellung eines neuen Produkts verwendet. Open Loop Systeme führen die Materialien zwar zurück in einen Kreislauf, werden aber im klassischen Sinne nicht als korrekte Umsetzung der Kreislaufwirtschaft angesehen. Der Verbleib der Rohstoffe im Kreislauf ist meistens auf eine kurze Dauer begrenzt, da die neu entstandenen Produkte häufig nicht mehr weiter verwertet werden können. Dieser Prozess wird auch „Down-Cycling“ genannt, da die neu entstandenen Produkte minderwertiger sind als jene vor dem Recycling Prozess.

Im Gegensatz dazu basieren **Closed Loop** Systeme darauf, dass die Werkstoffe nach dem Recyclingprozess wieder zu Produkten mit derselben Funktion verarbeitet werden z.B. PET-Hohlkörper die aus recycelten PET-Hohlkörpern entstehen.(Martin et al., 2001)

### 3.2 Ziele der Kreislaufwirtschaft

Die zirkuläre Gestaltung von ökonomischen Prozessen soll schlussendlich dazu führen, dass Ressourcen geschont werden, d.h. diese möglichst nicht aufzubreuchen. In weiterer Folge geht es um eine effiziente Sicherung der Rohstoffe, so, dass diese über einen langen Zeitraum genützt werden können. Darüber hinaus sind die Verlangsamung der Klimakrise, sowie der Schutz der menschlichen Gesundheit

übergeordnete Ziele welche mit der Einführung von zirkulären ökonomischen Systemen erreicht werden sollen. (Müller et al., 2020)

### 3.3 Gegenüberstellung von Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit

Nach eingehender Betrachtung der Konzepte Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft zeigt sich, dass beide ein gemeinsames Ziel vereint: die Verlangsamung der fortschreitenden Klimakrise. Kreislauforientiertes wirtschaften begünstigt durch den möglichst langen Verbleib der Materialien in einem Kreislauf, die Schonung der Rohstoffe. Die Kernessenz der Nachhaltigkeit ist es Ressourcen in einem Maß zu nützen, dass für spätere Generationen noch genügend Kapazitäten vorhanden sind. In diesem Sinne ist die Kreislaufwirtschaft eine Handlungsweise welche die

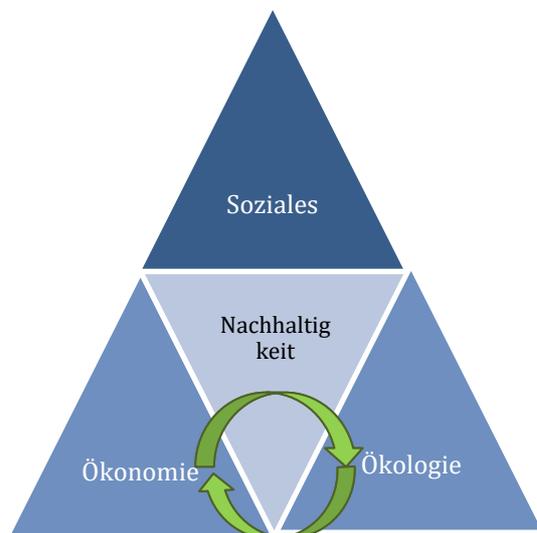


Abbildung 5 Kreislaufwirtschaft begünstigt Nachhaltigkeit

Dimensionen Ökologie und Ökonomie verbindet und die Prinzipien der Nachhaltigkeit fördert. In Zukunft wird eine nachhaltige Lebensweise, global als auch individuell gesehen ohne kreislauforientierte Prozesse nicht möglich sein, da mit zunehmender Weltbevölkerung ein Mehrbedarf an Rohstoffe und Ressourcen vorhanden ist, welche jetzt schon teilweise erschöpft sind.

### 3.4 Kreislaufwirtschaft in der Europäischen Union (EU)

Schon seit den Anfängen der Europäischen Union befindet sich diese in einem ambivalenten Zustand zwischen der Aufrechterhaltung von Umweltschutzziele und der Befriedigung der Bedürfnisse der Gesellschaft, sowie einer fortschreitenden ökonomischen Entwicklung (Eisenriegler, 2020). Bereits ein Jahr nach der Gründung der EU wurde mit der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle ein Grundstein für das Abfallmanagement in der Union gelegt. Die Richtlinie legt in der Präambel fest, dass eines ihrer Ziele der Schutz der Umwelt ist und der Grundsatz der Kreislaufwirtschaft gefördert werden soll (RL 94/62/EG, 1994). Die Kreislaufwirtschaft ist weiterhin ein präsenten Thema in der europäischen Union, jedoch wird erst 2015,

unter dem EU-Vorsitz von Jean-Claude Juncker, ein konkretes Dokument zur Förderung zirkulären Wirtschaftens verabschiedet. Der Aktionsplan der europäischen Union „Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft“ wurde 2015 final veröffentlicht, nachdem bereits ein Jahr zuvor die europäische Kommission einen Antrag für ein Kreislaufwirtschaftspaket zurückgezogen hat<sup>5</sup>. Das Kreislaufwirtschaftspaket 2015 ebnet die Wege für die Richtung welche die europäische Union in Zukunft einschlagen möchte und ist somit auch Bestandteil bzw. Grundlage der Linie die Ursula von der Leyen mit dem 2020 verabschiedeten „Green Deal“ einschlägt.

### **3.4.1 Richtlinie 94/62/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle**

Die von der EU im Dezember 1994 herausgegebene Richtlinie zu Verpackungen und Verpackungsabfällen legt rechtliche Rahmenbedingungen für die Verwertung von Verpackungen und Verpackungsabfällen fest. Mit gezielten Maßnahmen sollen die Mitgliedstaaten zur Vermeidung von Verpackungsabfällen beitragen, bei gleichzeitiger Förderung von Wiederverwertung und Recycling der Verpackungen. Die Richtlinie ist für alle in den der EU in Verkehr gebrachten Verpackungen und daraus resultierende Abfälle geltend. (RL 94/62/EG, 1994)

#### **Ziele (RL 94/62/EG, 1994):**

Eines der Hauptziele der Richtlinie ist es die Recyclingrate von Verpackungsabfällen zu erhöhen. Bis zum 31. Dezember 2025 müssen mindestens 65 Gewichtsprozent aller Verpackungen, bestehend aus den folgenden Materialien wiederverwertet werden.

50% Kunststoffe

25% Holz

70% Eisenmetall

50% Aluminium

70% Glas

---

<sup>5</sup> „Towards a circular economy: A zero waste program for Europe “

75% Papier und Kartonpapier.

Bis zum 31. Dezember 2030 müssen mindestens 70% der Verpackungen wiederverwertet werden. Mit folgenden Materialzielen:

55% Kunststoffe

30% Holz

80% Eisenmetall

60% Aluminium

75% Glas und

85% Papier und Kartonpapier.

Die derzeitigen Recyclingraten liegen in den meisten Mitgliedstaaten weit unter den geforderten Zielen, vor allem im Kunststoffsektor. Nach einem 2019 von der europäischen Kommission erlassene Durchführungsbeschluss 2019/1004 sind die Raten aufgrund einer neuen Methode der Berechnung des Messpunkts des Recyclingstarts erneut gesunken. Derzeit liegt die Recyclingrate für Kunststoffe in Österreich bei 34%, nach der neuen Methode bei 25 % (Altstoff Recycling Austria AG, 2019), bis 2025 soll also eine annähernd doppelt so hohe Recyclingrate erreicht werden. Die Mitgliedstaaten sind nach 94/62/EC verpflichtet Maßnahmen umzusetzen um die fortschreitenden Umweltauswirkungen von zu hohen Verpackungsaufkommen und den damit verbundenen Verpackungsabfällen zu reduzieren. Solche Maßnahmen betreffen den vermehrten Einsatz von Mehrwegverpackungen, Einführung von Rücknahmesystemen für Verpackungen oder eine Anreize bieten durch Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung (RL 94/62/EG, 1994).

### **3.4.2 Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft**

Das neue Kreislaufwirtschaftspaket enthält neben legislativen Überarbeitungsvorschlägen für EU Richtlinien auch einen Aktionsplan in dem 54 Maßnahmen präsentiert werden, durch deren Umsetzung in den Mitgliedsstaaten ein Wandel zur kreislauforientierten Wirtschaft stattfinden soll. Die Kreislaufwirtschaft soll die EU konkurrenzfähiger machen, da sich Unternehmen der Mitgliedsstaaten nicht mehr mit Ressourcenknappheit und den damit verbunden Preisunterschieden

auseinander setzen müssen. Darüber hinaus kann dieses neue Potential genützt werden für innovative Entwicklungen und neue Geschäftsfelder.(Europäische Kommission, 2015)

Der Aktionsplan setzt Schwerpunkte in den fünf Bereichen: Kunststoffe, Lebensmittelverschwendung, Kritische Rohstoffe, Bau –und Abbruchabfälle sowie Biomasse und biobasierte Produkte. Im Rahmen dieser Arbeit sind zwei Bereiche von besonderer Bedeutung und werde daher eingehend erklärt.

#### Kunststoffe (Europäische Kommission, 2015):

Die Verwendung von Kunststoffen hat in der Industrie der EU in den letzten Jahren stetig zugenommen, jedoch werden nur weniger als 25% der Kunststoffabfälle<sup>6</sup> tatsächlich recycelt und nur 50% aller gesammelten Kunststoffe gelangen auf Deponien. Dieser Umstand führt dazu, dass ein nicht zu vernachlässigbarer Anteil der Kunststoffabfälle in die Meere gelangen, dadurch die Meeresverschmutzung zunehmend steigt und die marine Biodiversität sinkt. Eine Reduktion des Kunststoffeinsatzes auf ein Minimum kann hier nicht die Lösung sein, da Innovationen in diesem Bereich zu einer allgemeinen Förderung der zirkulären Wirtschaft führen können (z.B. verlängerte Haltbarkeit der Lebensmittel durch effektive Verpackungen). Der Aktionsplan sieht vor eine Strategie für Kunststoffe zu entwickeln, welche Lösungsvorschläge für die bisher vorhandenen Probleme im Umgang mit Recyclingfähigkeit, Meeresverschmutzung oder dem Auftreten von Schadstoffen in Kunststoffen enthält. Im Jänner 2018 wurde die „Europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft“ von der europäischen Kommission veröffentlicht.

#### Lebensmittelverschwendung:

Produktion, Vertrieb von Lebensmittel gehen mit dem Verbrauch von natürlichen Rohstoffen und der hohen CO<sub>2</sub>-Emmission einher. Eine Studie der FAO von 2011 hat gezeigt, dass weltweit ca. 30% der Lebensmittel weggeworfen werden. (Europäische Kommission, 2015) Die Verschwendung von Lebensmittel in Form von Wegwerfen noch genießbaren, sicheren Nahrungsmittel verstärkt diese Effekte zunehmend. In industrialisierten Ländern mit höheren Grundeinkommen konnte festgestellt werden, dass der Verlust vor allem in privaten Haushalten und im Handel

---

<sup>6</sup> Bezogen auf jene Abfälle die gesammelt werden

passiert, hingegen in einkommensärmeren Ländern die größten Verluste nach der Ernte oder bei der Produktion auftauchen. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011) Die europäische Union möchte mit dem Kreislaufwirtschaftspaket Maßnahmen setzen welche einerseits Verbraucher\*innen betreffen (Sensibilisierungskampagnen zum Mindesthaltbarkeitsdatum und Verbrauchsdatum) andererseits den Handel und Produzenten\*innen. (z.B. Maßnahmen um Lebensmittelspenden zu erleichtern). Außerdem möchte die europäische Kommission eine Plattform für Lebensmittelverschwendung aufbauen. Diese führt alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette in der Lebensmittelproduktion sowie die Mitgliedstaaten zueinander und unterstützt diese dabei die Zielvorgaben, mithilfe von Austausch über Innovationen, dem von Beginn an Einbeziehen von diversen Interessenten\*innen erfolgreich zu erreichen. (Europäische Kommission, 2015)

Der Aktionsplan der europäischen Union hat 2015 die Rahmenbedingungen vorgegeben, wie der Übergang zur Kreislaufwirtschaft in den Mitgliedstaaten der Union durchgeführt werden kann. Die wesentlichen Handlungsschritte und Umsetzung der Maßnahmen sind jedoch von den Mitgliedern selbst auszuführen.

2019 wurde ein Bericht von der EC veröffentlicht der die bisherigen Ergebnisse der Implementierung des Aktionsplans veröffentlicht, welcher die Einführung aller 54 Maßnahmen des Aktionsplans als abgeschlossen bewertet. (Europäische Kommission, 2019b)

### **3.4.3 Der europäische grüne Deal**

Mit der Übergabe der Kommissionpräsidentschaft an Ursula von der Leyen, 2019, ist die Bekämpfung der fortwährenden Klimakrise zu einer der obersten Prioritäten in der Politik der EU geworden. Nur elf Tage nach ihrem Amtsbeginn hat die Kommissionpräsidentin ihren Vorschlag für einen europäischen Green Deal vorgelegt, eine neue Wachstumsstrategie. Das übergeordnete Ziel dieser Strategie ist ein klimaneutrales Europa bis 2050. Der erste klimaneutrale Kontinent. Das bedeutet bis 2050 soll es keine Treibhausgasemission in Europa mehr geben. In weiterer Folge sollen die Klimaziele der EU verschärft werden, die Treibhausgasemission bis 2030 soll statt um 50% zu 55% gegenüber 1990 reduziert werden. Im Sinne der

Klimaneutralität schlägt der Green Deal div. Strategien und Überarbeitungen von Richtlinien als Maßnahmen vor. Mit dem im März 2020 veröffentlichten Vorschlag für eine Änderung des bereits bestehenden **europäischen Klimagesetzes** werden die Initiativen für den Klimaschutz der EU rechtlich verankert. (Europäische Kommission, 2019a)

Die für die Abfall- und Verpackungsindustrie wichtigsten Maßnahme des Green Deals:

#### *New Circular Economy Action Plan.*

Mit dem neuen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft soll die Produktgestaltung optimiert werden und das Wirtschaftswachstum vom Ressourcenverbrauch entkoppelt werden. Ziel ist es die Rohstoffe immer wieder in einem Kreislauf einzuschließen. Vor allem energieintensive Sektoren wie der Elektronikbereich soll verbessert werden und die Sammlung sowie das Recycling von alten Elektrogeräten forciert werden. (European Commission, 2020)

Im Verpackungsbereich wird es zu einer Überarbeitung der RL 94/62 kommen, um die allgemeinen Anforderungen an Verpackungen in der EU zu verstärken. Hierbei werden Schwerpunkte in folgenden Bereichen gesetzt:

- Förderung des Circular Designs von Verpackungen
- Verringerung von übertrieben Verpackungen, welche übermäßig Rohstoffe verbrauchen
- Verringerung der Komplexität von Verpackungen und eine Verminderung der Anzahl von eingesetzten Kunststoffen

Außerdem verfolgt der Green Deal einen Ausbau der 2018 vorgestellten Kunststoffstrategie, wobei sich intensiv mit der Reduktion von Mikroplastik befasst wird. (European Commission, 2020)

Weitere Maßnahmen des Green Deals betreffen unter anderem die Verhinderung des Biodiversitätsverlusts („EU-Biodiversitätsstrategie bis 2030“), eine gemeinsame nachhaltige Agrarpolitik („Vom Hof auf den Tisch“) und eine Strategie für eine „gerechte“ Energiewende.

## **4 Umsetzung der Kreislaufwirtschaft in Mitgliedsstaaten**

Die Richtlinie EC 94/62 sowie der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft bzw. der Green Deal erfordern von den Mitgliedstaaten neue Strategien und von allen Akteuren\*innen der Wertschöpfungskette ein Umdenken. Im Mittelpunkt der Transformation von einer linearen Wirtschaft zu einer Kreislaufwirtschaft steht der effiziente Gebrauch von Rohstoffen ohne natürliche Ressource zu erschöpfen. Im nächsten Abschnitt wird die Umsetzung der von der EU vorgegeben Rahmenbedingungen für eine Kreislaufwirtschaft, in Frankreich erläutert. Mit knapp 70 Millionen Einwohner ist Frankreich nach Deutschland der bevölkerungsreichste Staat der Union, somit für eine erhebliche Menge der Abfallgenerierung verantwortlich. Bis zum Erreichen der Recyclingziele der EU, vor allem in Kunststoffsektor, dürfte es noch ein langer Weg für Frankreich sein, für den jedoch nicht mehr viel Zeit bleibt. 2025 sollen 50% der Kunststoffe verwertet werden, die derzeitige Recyclingrate liegt knapp bei 26%. (Citeo, 2020a)

### **4.1 VP-Entsorgung in Frankreich**

Mit der europäischen Richtlinie 2008/98/EG werden von der Europäischen Union die politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen für die Organisation der Entsorgung und Verwertung von Abfällen in den 27 Mitgliedstaaten gegeben. (2008/98/EG, 2008) Die konkrete Auslegung bzw. Umsetzung der Forderungen ist den Ländern überlassen. In Frankreich liegt die Verantwortung in diesem Bereich in den Händen der lokalen Behörden. Frankreich ist in 18 Regionen, zu 101 Departements und 35.945 Gemeinden gegliedert, dementsprechend unterschiedlich gestaltet sich das regionale Abfallmanagement.

Die Entsorgung von Haushaltsverpackungen ist in Frankreich von den Eco-Organisationen CITEO bzw. Adelphe in der Zusammenarbeit mit lokalen Behörden geregelt. Sofern keine eigenen Strukturen für die Rücknahme von Verpackungen von Händler\*innen, Produzent\*innen, Vermarkter\*innen von abfallerzeugenden Produkten vorhanden sind, sind diese gesetzlich dazu verpflichtet sich finanziell bei CITEO und Adelphe zu beteiligen. Der Mitgliedsbeitrag richtet sich nach der Menge und Art an in Verkehr gesetzten Verpackungen pro Jahr. Die Eco-Organisation übernehmen die Verantwortung für Entsorgung, Sortierung und Weiter- bzw. Wiederverarbeitung der Verpackungen. Eine genauere Betrachtung des EPR-Zweiges

Haushaltsverpackungen und der Eco- Organisationen ist im Kapitel 4.2 EPR-Extended Producer Responsibility geschildert.

### **Abfallentsorgungssysteme:**

Aufgrund der national sowie regionalen Regelung gibt es in Frankreich über 100 verschiedene Systeme der Abfallsammlung und -sortierung, daher ist ein nationaler Überblick im Rahmen dieser Arbeit nicht machbar. Das Sammelsystem von Paris wird daher beispielhaft für die Umsetzung unterschiedliche Entsorgungssysteme in einer einzigen Stadt genommen. Sowohl Bring- als auch Holsysteme haben sich in der Nation etabliert, je nach Größe des Einzugsgebiets sind beide Varianten oder nur eine Art der Abfallentsorgung vorhanden. Die vielschichtigen Systeme sorgen für eine national uneinheitliche Sammlung und Sortierung von Verpackungen, dies führt mitunter zu niedrigen Recyclingraten in Frankreich.

#### *Erweiterte Sortieranweisung (Cosigne de Tri / Simplification du tri) :*

2015 wurde mit der VO N° 2015-992 (la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte) unter anderem eine national einheitliche Sortieranweisung in gesamt Frankreich verordnet, um die Sortierung innerhalb der gesamten Nation (bis 2022) zu erleichtern und die Recyclingziele der europäischen Union zu erreichen. Auf Basis dieses Gesetzes wird es bis 2022 in gesamt Frankreich möglich sein, alle Kunststoffverpackungen zu sortieren, bisher war dies nur für Kunststoffflaschen möglich, alle anderen Kunststoffverpackungen wurden wie Restmüll behandelt. Die erweiterte Sortieranweisung legt auch eine einheitliche Farbgebung der Müllcontainer in gesamt Frankreich fest, derzeit bestehen hier noch regionale Unterschiede, welche die korrekte Sortierung für die Einwohner\*innen ebenfalls erschwert.

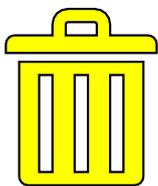
#### Paris:

Mit 10,5 Millionen Einwohner ist die Hauptstadt Frankreichs gleichzeitig auch die bevölkerungsreichste des Landes. Die erweiterte Region Île-de-France (12,2 Millionen Einwohner) ist für 15% des gesamten Abfallaufkommens in Frankreich verantwortlich.(Cour de Comptes, 2017)

Die Abfallentsorgung in Paris wird je nach Bezirk vom Magistrat für Sauberkeit und Wasser (la *Direction de la propreté et de l'eau*) oder privaten Unternehmen übernommen.

Mit 2019 wurde die getrennte Sortierung von Verpackungen in ganz Paris erweitert gemäß VO 2015-992, Kunststoff-, Metall- und Kartonverpackungen sowie Grafikpapier werden gemeinsam gesammelt.

In Paris haben die meisten Bürger\*innen die Möglichkeit einer hausinternen Abfallentsorgung, es werden Müllcontainer für Restmüll, Verpackungen, Glas und Lebensmittelabfälle von der Gemeinde zur Verfügung gestellt. Je nach Bezirk gibt es eine hausinterne Sammelstelle oder öffentliche Sortierzentren. In Tab. 1 sind die Farbcodes der Abfallcontainer in Frankreich ersichtlich. Diese Einteilung ist derzeit in Regionen mit erweiterter Sortieranweisung gültig.



gelb	weiß	braun	grün
Haushaltsverpackungen und Grafikpapier	Altglas (bunt und weiß)	Lebensmittelabfälle	Restmüll
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Getränkeverbundkartons, Kartons</li> <li>• Kunststoffflaschen- und Hohlkörper (Food/non-food)</li> <li>• Kunststoffverpackungen (Trays, Joghurtbecher, Tuben, Tragetaschen...)</li> <li>• Metallverpackungen (Dosen, Spraydosen)</li> <li>• Zeitungen; Briefumschläge; Hefte; Reklame</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flaschen</li> <li>• Flankons</li> <li>• Glasbehälter</li> </ul>		

Table 1 Farbcode d. Abfallcontainer Frankreichs (2020)

Für Haushalte ohne hausinterne Müllcontainer gibt es öffentliche Sortierzentren, welche die Abfallentsorgung ermöglichen.

- Point de Tri: diese stationären Sortierzentren akzeptieren Haushaltsverpackungen, sowie kleine elektronische Geräte, Glühbirnen,

Druckerpatronen und ähnliches. Aufgrund der begrenzten Aufnahmekapazität sind die Sortierzentren nur von 9:00 bis 18:30 geöffnet.

- Contenair Trilib: öffentlich zugängliche Müllcontainer für Haushaltsverpackungen und Glas, die 24h zur Verfügung stehen.
- Trimobil: das Trimobil ist eine mobile Sortierzentrum elektrische Gegenstände, voluminöse Haushaltsverpackungen (z.B. größere Kartonagen), Druckerpatronen etc.
- Colonne à verre : öffentliche Altglas-Container mit größerem Volumen

## **4.2 EPR – Extended Producer Responsibility**

Die Ursprünge der Extended Producer Responsibility (EPR; erweiterte Herstellerverantwortung) gehen auf Thomas Lindhqvist zurück, welcher dieses Konzept im Jahre 1990 entwickelt hat. Zeitgleich beschäftigten sich auch einige europäische Staaten mit der Implementierung politischer Instrumente, welche sich der „End of Life“- Problematik von Produkten angenommen haben. (Lindhqvist, 2000) Das Konzept der erweiterten Herstellerverantwortung beinhaltet zwei wesentliche Prinzipien: die Verschiebung der Verantwortung über die Behandlung von Abfall und Post Consumer- Produkten von der Regierung, hin zu den Produzierenden, sowie Anreize für Hersteller\*innen zu schaffen das Produktdesign nachhaltiger zu gestalten und die Recyclingfähigkeit zu optimieren.(OECD, 2016)

Das Ziel der erweiterten Herstellerverantwortung ist es die Umweltauswirkungen von Produkten während ihrer ganzen Lebensdauer zu minimieren. Die Übertragung der Verantwortung an die Produzierenden soll Anregungen schaffen die Entstehung von Abfall von Beginn an zu verringern und somit die Erfüllung der ,von der europäischen Kommission geforderten, Recyclingziele ermöglichen.(Lindhqvist, 2000)

## 4.2.1 Europäische Gesetzgebung

Das System der erweiterten Herstellerverantwortung hat in der europäischen Judikatur in mehreren Gesetzestexten Einzug gefunden.

### EPR in den Richtlinien 94/62/ EG und 2018/852/ EG

In der europäischen Richtlinie vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle werden die Mitgliedstaaten der EU erstmals dazu verpflichtet Systeme der Sammlung und Entsorgung von Verpackungen bzw. Verpackungsabfälle einzurichten. Gleichzeitig soll eine stoffliche Verwertung oder Wiederverwendung der Verpackungen forciert werden. (Art. 7 Abs.1, RL 94/62/EG, 1994)

Mit der im Mai 2018 erlassenen Richtlinie 2018/852/EG, welche eine Änderung der RL 94/2 beinhaltet, welche eine Erweiterung der RL 94/62/EC darstellt, wird eine verpflichtende Einführung der erweiterten Herstellerverantwortung in den EU-Mitgliedstaaten bis 31. Dezember 2024 verordnet. (Art1. Abs8, RL 2018/852, 2018)

### EPR in EG 2008/98

Mit der Implementierung der erweiterten Herstellerverantwortung in der europäischen Abfallrichtlinie 2008/98 müssen die 27 Mitgliedstaaten der EU gewährleisten, dass Primärverpflichtete lt. Art. 8 der EG/2008/98 detaillierte Mindestanforderungen erfüllen. Als primärverpflichtet gilt „jede natürlich oder juristische Person die entwickelt, herstellt, verarbeitet, behandelt, verkauft oder einführt (Hersteller des Erzeugnisses)“. (Art. 8 Abs.1, 2008/98/EG, 2008). Die Art der Umsetzung der Maßnahmen ist den Mitgliedstaaten frei überlassen.

Laut Artikel 8 des EG 2008/98 (Art. 8 Abs. 1, 2008/98/EG, 2008) kann die Auslegung der erweiterten Herstellerverantwortung folgende Maßnahmen beinhalten:

- *die Rücknahme der verwendeten Produkte und die Abfälle die nach Verwendung der Produkte übrigen bleiben; Verwertung der Abfälle und finanzielle Gewähr*
- *Begünstigung der ökologischen Gestaltung von Produkten, wodurch die Umweltbelastung und die Abfallmenge reduziert wird*
- *Herstellung von mehrfach verwendbaren Produkten, die langlebiger sind und umweltverträglich entsorgt werden können*

#### **4.2.2 Erweiterte Herstellerverantwortung in Frankreich (*Responsabilité élargie des producteurs*)**

Seit 1992 haben sich in Frankreich 20 produktspezifische EPR Zweige entwickelt, welche darauf basieren die Produzent\*innen, Hersteller\*innen oder Vermarkter\*innen von abfallerzeugenden Produkten, für die Entsorgung dieser verantwortlich zu machen. (Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie, 2016) Es haben sich kollektive Strukturen gebildet, welche als „Éco organisme“<sup>7</sup> bezeichnet werden. Eco-Organisationen sind privatrechtliche Unternehmen, die im Rahmen der erweiterten Herstellerverantwortung, in Zusammenarbeit mit lokalen Behörden für die Organisation der Abfallbewirtschaftung verantwortlich sind. Die Finanzierung der Eco-Organisation ist durch die Beteiligung der Vertragspartner\*innen (Händler\*innen, Produzenten\*innen, Vermarkter\*innen von abfallerzeugenden Produkten) begründet.

##### Eco Organisationen im Verpackungssektor (insbesondere Haushaltsverpackungen)

Der Herstellerzweigschluss CITEO und dessen Tochtergesellschaft Adelphe sind die einzigen Unternehmen in Frankreich welche für die Lizenzierung, Rücknahme und Entsorgung von Haushaltsverpackungen verantwortlich sind.

Citeo: 1992 entstand mit der Gründung des Sammel- und Verwertungsunternehmens für Verpackungen, Eco Emballage, gleichzeitig der erste EPR-Zweig (Haushaltsverpackungen) Frankreichs. Neben Eco Emballage, welches sich hauptsächlich auf Kunststoffverpackungen spezialisiert hat, entstand mit der Gründung von Ecofolio ein zweites Unternehmen im Bereich der Haushaltsverpackungsverwertung. Ecofolio setzt den Fokus auf die Wieder- und Weiterverarbeitung von Grafikpapier (OECD, 2016)

2017 ist mit der Fusion der Unternehmen Eco Emballage, und Ecofolio unter dem Namen Citeo ein marktbeherrschendes Unternehmen entstanden.

Adelphe: 1993 entstand aus der Zusammenarbeit von Wein und Spirituosenherstellern mit der Glasindustrie die Initiative eine eigene Struktur für das Recycling von Glas zu schaffen. Es bildete sich die erste Eco Organisation dieser Branche: Adelphe. Adelphe

---

<sup>7</sup> Im weiteren Verlauf der Arbeit werden diese in der deutschen Übersetzung mit Eco-Organisationen angeführt

ist ein staatlich anerkanntes Unternehmen, welches ursprünglich für die selektive Sammlung von Glas verantwortlich ist. 2005 tritt Adelphe in das Unternehmen Eco Emballage ein. Mit dem Zusammenschluss von Eco-Emballage und Eco-Folio gehört auch Adelphe zu der Citeo-Gruppe. (Adelphe, o. J.)

Léko: 1.1.2018 wäre der Beginn der Marktbeteiligung des staatlich genehmigten Herstellerzusammenschluss Léko geplant gewesen, jedoch konnte das Unternehmen nach eigenen Angaben „noch nicht in den Betrieb starten“ (Leko-organisme, 2019)

Händler\*innen, Produzent\*innen, Vermarkter\*innen von abfallerzeugenden Produkten welche mit Eko-Organisationen zusammenarbeiten, leisten, je nach Art und Menge der Verpackungen, einen jährlichen finanziellen Beitrag. Diese Lizenzgebühren finanzieren zu einem großen Teil die Entsorgung der Verpackungsmaterialien und den damit verbundenen erweiterten Aufwand der örtlichen Behörden.

### 4.3 Lizenzierung

Citeo und Adelphe stellen für Ihre Vertragspartner drei verschiedene Modelle der Lizenzierung zur Verfügung. Die Wahl der Deklaration richtet sich nach der Menge an Verpackungen die der Vertragspartner\*in pro Jahr auf den Markt bringt (Citeo, 2019a)

- Deklaration per CSU
- Sektor spezifische Deklaration
- 80€ Pauschalgebühren

#### Deklaration per CSU

$$\text{Gesamtgebühren} = (\text{Gebühren pro Materialgewicht} + \text{Gebühren pro CSU}) \times \frac{\text{Bonus}}{\text{Strafe}}$$

Diese Art der Deklaration ist für Vertragspartner\*innen die > 500.000 CSU pro Jahr auf den Markt bringen

Mit 1.1.2020 gibt es keine einheitlichen Materialgebühren mehr für Verpackungen aus Kunststoff, sondern je nach Art des Kunststoffes angepasst. Mit dieser Maßnahme sollen Produzenten\*innen dazu aufgefordert werden vermehrt Kunststoffe in der Produktion zu verwenden für die es in Frankreich einheitliche Recyclinganlagen gibt.

Sektorspezifische Deklaration

$\text{Gesamtgebühr} = \text{Anzahl CU} \times \text{Gebühren pro CU}$
--

Die sektorspezifische Deklaration richtet sich nach der Produktgruppen, in welcher sich das zu lizensierende Produkt befindet. Bei diesem Modell der Deklaration wird unterschieden zwischen einer generellen Deklaration für Produkten aus dem Food und Non-Food Bereich sowie einem gesonderten Tarif für alkoholische Getränke unterschieden.

Keine Deklaration

Unternehmen welche < 10.000 CSU pro Jahr auf den Markt bringen, erhalten die Möglichkeit einen Pauschalbetrag von 80€/a zu bezahlen. Dieser entspricht dem Mindestmitgliedsbeitrag sowohl von Citeo als auch von Adelphe.

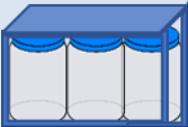
Consumer Sales Unit (CSU)	Consumer Unit (CU)	Packaging Units
<p>Die CSU ist jene Einheit an verpackten Produkt, welche der Konsument separat kaufen kann.</p>  <p>Beispiele: 3er Packung Marmelade; 4er Packung Joghurt ; 1 Packung Karamellbonbons</p>	<p>Die CU ist die kleinste verpackte Einheit die ein Konsument konsumieren kann.</p> <p>Beispiele: 1 Glas Marmelade; 1 Becher Joghurt; 1 Packung Karamellbonbons (pro Packung sind 10 Stück enthalten, daher 10 CU)</p>	<p>Packaging Units sind jene Einheiten einer Verpackung die nach Gebrauch voneinander getrennt (entsorgt) werden können.</p> <p>Beispiel: 1 Marmeladeglas</p>  <p>2 Packaging Units (Glaskörper + Weißblechdeckel)</p>

Tabelle 1 Lizenzierungs-Einheiten (Quelle: Citeo, 2019a)

### 4.3.1 Ökomodulation

Um weitere Anreize für Hersteller\*innen zu schaffen die Recyclingfähigkeit der Verpackungen zu optimieren, wurde ein System der Ökomodulation geschaffen. Eine weitere Maßnahme des Kreislaufwirtschaftspaketes der EU. Die Höhe der Lizenzbeiträge soll demnach die Verwertbarkeit der Verpackung darstellen. Basierend auf einem Bonus-/Malus-Prinzip werden die Lizenzbeiträge der Produzenten\*innen, je nach Verpackungsdesign, finanziell be- oder entlastet.

#### **Boni**

Die Boni sind in drei Kategorien zu unterteilen: Bewusstseinschaffung, Materialreduktion und Recyclbarkeit.

#### Bewusstseinschaffung

ON-Pack-Bonus: On-Pack-Boni werden ausgezahlt, sobald das Verpackungsdesign so gestaltet ist, dass Konsumenten\*innen leicht erkennen können ob und wie die Verpackung nach Gebrauch entsorgt werden soll. Der Bonus bezieht sich immer auf den zu zahlenden Gesamtbetrag pro CSU

#### **8 % Bonus**

- Komplette Sortier-Anweisung muss auf der Verpackung abgebildet sein
- Triman-Logo

#### **5% Bonus**

- Vorhandensein des Triman-Logos, ohne die Sortier-Anweisung
- Verpackungen muss aus einem Material sein, welches in einem nationalen Abfallstrom gesammelt wird. (Glas, Papier/Pappe, Kunststoff, Stahl, Aluminium)

OFF-Pack Bonus:

**4% Bonus** auf den gesamten Beitrag pro CSU

Produzenten können mithilfe von Bewusstseins schaffenden Maßnahmen wie Werbung im Fernsehen, Rundfunk oder digitalen Medien mit einer bestimmten Reichweite an Konsumenten\*innen einen Bonus von vier Prozent auf den gesamten Beitrag pro CSU erhalten

## Materialreduktion

### **8% Bonus**

- Reduktion des Verpackungsgewichts bei gleichbleibender Funktion des Produkts (die Produktmenge darf nicht verringert werden)
- Reduktion von Einheiten der CSU

## Rezyklateinsatz

### **50% Bonus**

Bei Verpackungssysteme welche aus Polypropylen oder Polyethylen bestehen erhalten Vertragspartner 50% der Beiträge pro Materialgewicht erlassen, wenn die Verpackung aus 50% recycelten Kunststoff besteht.

### **Strafmaßnahmen:**

Die Strafzahlungen sind in drei Kategorien gegliedert, je nach Eigenschaft des Verpackungssystems müssen Produzenten\*innen eine prozentuelle Erhöhung des Gesamtbetrags von 10, 50 oder 100 % zusätzlich zahlen.

**10% Erhöhung** der Lizenzbeiträge bei folgenden Eigenschaften der Verpackung

<b>Material</b>	<b>Eigenschaften</b>
<i>Glas</i>	Verschlussystem ohne magnetische Eigenschaften
<i>Kunststoff (starr)</i>	Dunkle Farben, welche die optische Sortierung verhindern
<i>Kunststoff (starr)</i>	Polyethylen oder Polypropylen mit einer Dichte > 1 g/cm <sup>3</sup>
<i>PET Flaschen / Flakons</i>	Mit Glasperlen
<i>Karton / Papier</i>	Druckfarbe die mit Mineralölen versetzt ist

Tabelle 2 Strafmaßnahmen Stufe 1 lt. Citeo 2020

## 50% Erhöhung der Lizenzbeiträge

Material	Eigenschaften
<i>Glas</i>	Andere Werkstoffe als Kalk/Natron oder Kalk-Natron Glas mit Elementen aus Porzellan, Keramik oder Sandstein
<i>Karton</i>	Verstärkt
<i>PET</i>	In Kombination mit Aluminium oder PVC mit einer Dichte >1

Tabelle 3 Strafmaßnahmen Stufe 2, lt. Citeo 2020

## 100% Erhöhung der Lizenzbeiträge

Material	Eigenschaften
<i>PET Verpackungen (außer Folien)</i>	Blickdicht
<i>Flaschen und Flakons aus PVC</i>	Nicht recyclingfähig bzw. wiederverwendbar

Tabelle 4 Strafmaßnahmen Stufe 3, lt. Citeo 2020

## 4.4 Product Labelling

Bei der gegenwärtigen Vielzahl an Lebensmittel die im Handel erhältlich sind, ist auch eine große Bandbreite an Verpackungen gegeben. Die Wiederverwertbarkeit und Umweltfreundlichkeit der Produkte und deren Verpackungen zu erkennen ist für Konsumenten\*innen oft komplex. Umweltkennzeichen können für Konsumenten\*innen die ökologische Beurteilung der Produkte, basierend auf empirisch nachgewiesenen Informationen, erleichtern.

### 4.4.1 Umweltkennzeichen nach ISO 14020

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) legt mit der ISO-Norm 14020/ ISO 000 drei Typen von produktbezogener Umweltinformation fest.

**Typ 1 Umweltkennzeichen (ISO 14024/ 2018):** bei Erfüllung festgelegter Kriterien verleiht eine Drittorganisation Unternehmen eine Lizenz für die Verwendung von Umweltkennzeichen. Ziel ist es negative Umwelteinflüsse entlang des gesamten Lebenszyklus der Produkte zu minimieren. (Nissinen et al., 2019)

**Typ 2 Umweltkennzeichen für umweltbezogene Aussagen (ISO 14021/2016):**

Die Kennzeichnung garantiert die Zuverlässigkeit der Aussagen, welche von Hersteller\*innen, Produzent\*innen, Importeur\*innen oder Händler\*innen selbst gewählt werden. Die Aussagen sind sowohl auf den Produkten direkt, als auch in Werbungen oder online Produktinformationen zulässig. (Nissinen et al., 2019)

**Typ 3 Umweltbezogene Produktinformation (ISO 14025/2006):** die Basis der umweltbezogenen Produktinformation beruht auf Daten von LCI und LCA. Die Information soll einen Vergleich aufgrund der ökologischen Qualität von Produkten derselben Kategorie ermöglichen. (Nissinen et al., 2019)

	<b>Typ 1 “Ökolabel“</b>	<b>Typ 2 “Umweltkennzeichnung”</b>	<b>Typ 3 “Umweltbezogene Produktdeklaration”</b>
<b>ISO</b>	ISO 14024	ISO 14021	ISO 14025
<b>Content</b>	Drittbeurteilung, anhand definierter Kriterien.	Markante ökologische Qualitäten	Umweltbezogene Produktinformation
<b>Zielgruppe</b>	Konsument	Konsument	Akteure entlang der Supply-chain
<b>Kontrolliert von einer Drittorganisation</b>	x		x
<b>Freiwillig</b>	x	x	x
<b>Ziel</b>	Produktbeurteilung	Produktbeurteilung	Aufbereitung von Produktinformationen

Tabelle 5 Produktinformation lt. ISO 14020

#### 4.4.2 Labels französischer Lebensmittel-Verpackungen

Im Bereich der Haushaltsverpackungen sind Umweltkennzeichen der Klasse Typ 1 am relevantesten. Sowohl europaweit, als auch länderspezifische gibt es diverse Labels welche Konsumenten\*innen Informationen bezüglich der ökologischen Qualität, sowie auch Hinweise zur Sortierung und Entsorgung der Produkte liefern.

Im Verpackungsbereich in Frankreich sind vor allem drei Kennzeichen von besonderer Bedeutung: der grüne Punkt, Triman-Label und die erweiterte Sortieranweisung. Die zwei letztgenannten sind von der französischen Regierung verpflichtend vorgesehen, jedoch sind keine Hinweise in den Gesetzestexten zu Strafzahlungen bei Nichtanbringen des Labels zu finden. (Décret n° 2014-1577 du 23 décembre 2014 relatif à la signalétique commune des produits recyclables qui relèvent d'une consigne de tri, 2015)

### Der grüne Punkt

Der grüne Punkt ist eine international geschützte Marke, welche von dem Dachverband Pro Europe (Packaging Recovery Organisation Europe) vergeben wird. Der grüne Punkt gilt als Finanzierungskennzeichen und gibt an, ob der erstmalige Inverkehrbringer\*in einer Verpackung, Mitglied eines Sammel- und Verwertungssystem ist und Lizenzgebühren für die Verpackungen verrichtet hat. Der grüne Punkt („Point Verte“) ist in Frankreich seit Jänner 2017 nicht mehr verpflichtend auf Verpackungen anzuführen. Vertragspartner\*innen von CITEO sind mit der Mitgliedschaft jedoch weiterhin dazu befugt das Label, gemäß Designrichtlinien von CITEO, kostenlos zu verwenden.

### Triman



Abbildung 6  
Triman- Label  
(Quelle:  
ADEME,2015)

Mit Inkrafttreten der VO Nr. 2014-1577 am 1. Jänner 2015 gilt, in Frankreich, eine verpflichtende einheitliche Beschilderung von Produkten, die separat gesammelt werden und einer erweiterten Herstellerverantwortung unterliegen. Ausgenommen von der Regelung sind Haushaltsverpackungen aus Glas.(Décret n° 2014-1577 du 23 décembre 2014 relatif à la signalétique commune des produits recyclables qui relèvent d'une consigne de tri, 2015)

Das Triman-Label soll Konsumenten\*innen vor allem darauf hinweisen, dass die gekennzeichneten Produkte recyclingfähig sind und diese gesondert zu sortieren sind. (Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie, 2015) Das singuläre Vorhandensein des Triman-Labels gibt den Konsumenten\*innen noch keine Hinweise darauf, welchen Abfallstrom das Produkt zuzuordnen ist. Für die konkrete Sortierung bzw. Entsorgung ist eine grafische Darstellung der erweiterten Sortieranweisung erforderlich.

### Sortieranweisung:

Eine einheitlichen Sortieranweisung, mithilfe einer graphischen Darstellung, erleichtert Konsument\*innen die korrekte Sortierung der Produkte und fördert eine Weiter bzw. Wiederverwertung dieser.

Die graphische Darstellung (Abb.6) zeigt den Konsument\*innen, wie die einzelnen Komponenten der Produkte entsorgt werden sollen. Die Sortieranweisung richtet sich je nach Anzahl der Bestandteile der Verpackungen und ist der Sortieranleitung „Guide de l'Info-tri“ (Version 2019) von Citeo zu entnehmen.

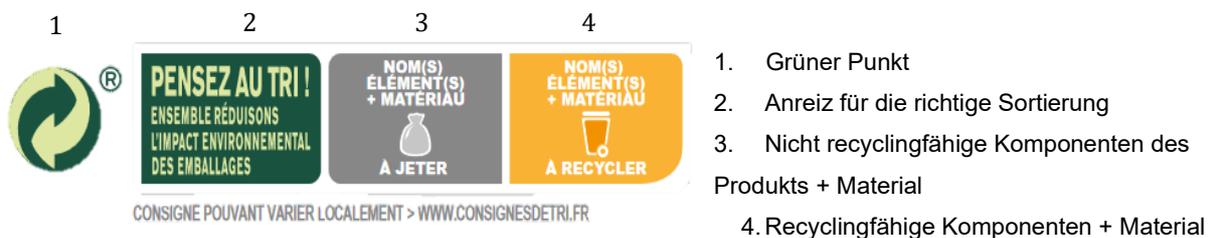


Abbildung 7 Sortieranweisungsschema (Quelle: Citeo, 2020)

## 4.5 Nationale Gesetzgebung und ihre Ausführung

### 4.5.1 Umweltrecht in Frankreich

Mit zunehmender Intensität des Klimawandels rückt die Sorge um die natürliche Lebensgrundlage in den Fokus der Politik. Dem Schutz der Umwelt und der nachhaltigen Verwendung von natürlichen Ressourcen wird verstärkt Raum gegeben. Der Umweltschutz und die damit verbundene Gesetzgebung sind in Frankreich keine neue Materie, bereits im 19. Jahrhundert gab es kaiserliche Dekrete, welche die Schaffung von Naturschutzgebieten geregelt haben. (Koepler, 1995, S.73)

Das moderne französische Umweltrecht entwickelte sich jedoch erst Mitte des 20. Jahrhunderts. Das am 2. Mai 1930 erlassene Gesetz (Loi du 2 mai 1930 ayant pour objet de réorganiser la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque) regelt den Schutz von Naturstätten und – Denkmälern.

Mit dem Gesetz Nr. 75-633 von 15. Juli 1975 über die Beseitigung von Abfällen und die Verwertung bzw. Rückgewinnung von Materialien (Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux, o. J.) wurde erstmals ein Rahmenwerk für die Verwertung und Entsorgung von Abfällen in

Frankreich geschaffen. Entsprechend dieser Bestimmung sind Abfallerzeuger für die Entsorgung und Verwertung der Abfälle selbst verantwortlich („Verursacherprinzip“). Weiteres wurde die Verantwortung für die Entsorgung von Haushaltsabfällen wird den lokalen Behörden (Gemeinden oder interkommunale Einrichtungen) übertragen. Die Entsorgung beinhaltet Sammlung, Transport, Sortierung und anschließender Weiterverarbeitung der Abfälle. (Douard et al., 2014)

### **Code de l'environnement**

Das derzeit gültige Umweltrecht in Frankreich wird im „Code de l'environnement“ (Umweltgesetzbuch) geregelt. Der seit 2000 bestehende Kodex beinhaltet alle Verordnungen, Richtlinien und Vorschriften die den Umweltschutz betreffen. Alle vor dem 21.9.2000 erlassenen Gesetze, welche den Umweltschutz behandelt haben, wurden aufgelassen und mit dem „Code de l'environnement“ ersetzt. (Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 relative à la partie Législative du code de l'environnement., o. J.)

Das französische Umweltgesetzbuch ist in einen legislativen und einen regulierenden Teil gegliedert. Der regulierende Teil enthält die Ausführungsbestimmungen des gesetzgebenden, legislativen Parts. Beide Teile sind in die folgenden sieben Bücher unterteilt:

Buch 1: Gemeinsame Bestimmungen (*Dispositions communes*)

Buch 2: Physische Umgebung (*Milieux physiques*)

Buch 3: Naturräume (*Espaces naturels*)

Buch 4: Naturerbe (*Patrimoine naturel*)

Buch 5: Vermeidung von Umweltverschmutzung, -Risiken und -Belastung (*Prévention des pollutions, des risques et des nuisances*)

Buch 6: Anwendungsbestimmung in Neukaledonien, Französisch-Polynesien, Wallis und Futuna, in den französischen Gebieten der Antarktis und des Südpols sowie Mayotte (*Dispositions applicables en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie Française, à Wallis et Futuna, dans les terres australes et antarctiques françaises et à Mayottes*)

Buch 7: Schutz antarktischer Gebiete (*Protection de l'environnement en Antarctique*)

### **Abfallwirtschaft und Verpackungsentsorgung**

Die Umsetzung der Richtlinie EC/94/62 hat erstmals 1998 in Form der Verordnung N° 98-638 Einzug in das nationale Recht gefunden. Die Richtlinie fordert Inverkehrbringer\*innen von Verpackungen dazu auf, die Produkte so zu konzipieren,

dass die Auswirkungen auf die Umwelt bei der Entsorgung möglichst gering sind. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die Verpackung zur Wiederverarbeitung bzw. recyclingfähig entworfen werden sollen. (Décret n° 98-638 du 20 juillet 1998 relatif à la prise en compte des exigences liées à l'environnement dans la conception et la fabrication des emballages, 1998)

Mit der Auslegung des Umweltkodex 2000 sind abfallwirtschaftliche Regelungen sowie auch solche Verpackungen betreffend, im fünften Buch des Kodex zu finden. Neben allgemeinen Begriffsbestimmungen, Abfall- und Bewirtschaftungsplänen sind des weiteren Regelungen bezüglich der Entsorgung sowie Sortierung von Haushaltsmüll verankert.

### Sous-section Emballage

Konkrete Bestimmungen zum Verpackungsdesign und der Herstellung sind im Unterkapitel „Emballage“, im regulierenden Teil des Kodex, zu finden. Konkrete Recyclingraten zu Verpackungsabfällen wie in der RL 94/62 beschrieben werden nicht angeführt.

### Partie Reglementaire (Artikel R 543-43 bis R 543-74)

- Begriffsdefinition
- R543-44: Verpackungen müssen das kleinstmögliche Volumen bzw. kleinstmögliche Masse, bei maximalen Sicherheits- und Hygieneniveau aufweisen
- Anforderung an die Wiederverwendung von Mehrwegverpackungen
- Anforderung an die Recyclingfähigkeit verwertbarer Verpackungen
- R543-61: Inverkehrbringer\*innen von Verpackungen sind verpflichtet die Menge der an in Verkehr gebrachten Verpackungen ADEME und dem Umweltministerium jährlich zu melden

### Partie législative (Artikel L541-1 bis L 541-

- L541-1: Implementierung der Abfallhierarchie<sup>8</sup>
- L541-10-5: Bestimmung zur erweiterten Sortieranweisung und deren Beschilderung von Verpackungen
- L541-10-5: Triman Bestimmungen
- 15% Reduzierung der Haushaltsabfallmenge bis 2030 (im Vergleich zu 2010)

---

<sup>8</sup> Die Abfallhierarchie der RL 2008/98 lautet wie folgt: 1. Vermeidung; 2.Vorbereitung zur Wiederverwertung; 3.Recycling (stofflich) 4. Sonstige Verwertung; 5.Beseitigung

## 4.5.2 Nationale Gesetzgebung und Bündnisse zur Förderung der Kreislaufwirtschaft

Die Erreichung jener von der Europäischen Union vorgegeben Ziele im Rahmen der Richtlinie 94/62/EG ist zwingend mit einem Wandel in der Produktions- und Verbraucherindustrie verbunden. Es muss eine Wende von dem bisherigen Modell der linearen Wirtschaft hinzu einer Kreislaufwirtschaft stattfinden, in Frankreich genauso wie in der gesamten europäischen Union. Mit Vorstellung des „Fahrplans für eine Kreislaufwirtschaft“ (La feuille de route économie circulaire) 2018 und dem Erlass des Gesetzes Nr. 2020-105 setzt die französische Regierung unbedingt erforderliche Aktionen in Richtung einer Kreislaufwirtschaft.

### LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

Die französische Regierung setzt mit dem Gesetz Nr. 2020-105 von 10. Februar 2020 umfassende neue Maßnahmen im Kampf gegen die Umweltverschmutzung und Förderung der Kreislaufwirtschaft.(LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, 2020)

Vor allem im Bereich Kunststoffverpackungen werden, aufgrund der derzeitigen Recyclingrate für Kunststoff von 29% (S.88, Citeo, 2018), welche deutlich unter den von der EU vorgegeben 50% bis 2025 liegt, signifikante Veränderungen gefordert.

Im Folgenden sind die wichtigsten Maßnahmen des Gesetztes Nr. 2020-105 zu finden:

- Vollständige Elimination von Einweg Kunststoffverpackungen bis 2040
- 5% mehr wiederverwendbare Kunststoffverpackungen als Einwegverpackungen bis 2023, 10% bis 2027
- 100% der Kunststoffe müssen bis 2025 recyclingfähig sein, d.h. jeden Kunststoff der für Verpackungen verwendet wird muss ein Recyclingstrom vorhanden sein
- Sammlung von 77% der Kunststoffflaschen bis 2025; 90% bis 2029
- Einheitlicher Farbcode der Abfallcontainer in der gesamten Nation bis 2022

### La feuille de route économie circulaire

In dem 2018 veröffentlichten Fahrplan werden 50 richtungsweisende Ziele festgelegt welche die Trendwende hinzu einer Kreislaufwirtschaft ermöglichen. Der Fahrplan

folgt dem holistischen Ansatz der Kreislaufwirtschaft und beschreibt vier Sektionen in denen es zu einem Umbruch kommen muss: Produktion; Verbrauch; Abfallwirtschaft und Mobilisierung aller Akteure.

Die vorgegebenen Maßnahmen sollen in weiterer Folge in der nationalen Gesetzgebung umgesetzt werden und somit für alle Akteure verpflichtend sein. (Ministry for an Ecological and Solidary Transition, 2018)

#### Pacte National sur les emballages plastique 2/2019

Das französische Umweltministerium veröffentlichte im Februar 2019 den „Pacte National sur les emballages plastiques“ (Nationaler Pakt zu Kunststoffverpackungen). Dieses Dokument wurde von den führenden Unternehmen im FMCG-Bereich, Handelsvertreter\*innen sowie NGOs freiwillig unterzeichnet. Im Sinne der europäischen Kreislaufwirtschaft soll diese Bestimmung einen verantwortungsbewussteren Umgang und eine nachhaltigere Verwertung von Kunststoff fördern. Die Vertragspartner\*innen bekennen sich zu folgenden Zielen:

##### Bis 2022

- Elimination von PVC in Verpackungen im gewerblichen, häuslichen und industriellen Sektor
- Verwendungsverbot von PS-E in Lebensmittelverpackungen
- 60% Recyclingrate von Kunststoffverpackungen

##### Bis 2025

- 100% recyclingfähige Kunststoffverpackungen
- Integration von 30% recyceltem Material in KS-Verpackungen

Mitwirkende Unternehmen und Organisationen: Auchan Retail France, Biscuits Bouvard, Carrefour, Casino, Coca-Cola European Partners, Danone, Franprix, L'Oréal, LSDH, Monoprix, Nestlé France, Système-U, Unilever, Tara Expeditions Foundation, WWF France

## 5 Circular Design in der Verpackungstechnologie

Die Umstellung zu einer Kreislaufwirtschaft erfordert auch neue Denkweisen im Design und der Produktion von Produkten. Essentiell ist es von Beginn an kreislauforientiert zu handeln, d.h. schon in der Entwicklungsphase eines Produktes die Recycling- und Wiederverwertungsmöglichkeiten mit einzubeziehen. Ziel des Circular Design ist es Produkte zu generieren, welche einen möglichst geringen Energie- und Materialverbrauch haben. (Fifield & Medkova, 2016) Der Begriff "Circular Design" wird erstmals in 2012 in der Publikation der Ellen MacArthur Foundation "Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition" verwendet (Ellen MacArthur Foundation, 2013):

*Circular design, i.e., improvements in material selection and product design (standardization/ modularization of components, purer material flows, and design for easier disassembly) are at the heart of a circular economy.*

Die Verbesserung der Materialauswahl, welche in Hinblick auf die Recyclingfähigkeit erfolgen soll und das Produktdesign sind das Kernstück der Kreislaufwirtschaft. Die effiziente Nutzung der Materialien steht im Vordergrund, um den Einsatz von Primärmaterialien zu minimieren. Circular Design bei Verpackungen bezieht sich vor allem auf die Recyclingfähigkeit der Verpackungen und ob diese nach nachhaltigen Kriterien gestaltet worden sind (siehe Verghese et al., 2012).

### 5.1 Nationale Design-Guidelines

#### 5.1.1 Österreich

Die 2019 erstmals herausgegebene Circular Packaging Design Guideline der FH Campus Wien enthält Empfehlungen für ein recyclingfähiges Verpackungsdesign und erläutert die Grundlagen von recyclingfähigem Design. Als **recyclingfähig** gilt die Verpackung dann, wenn diese so gestaltet worden ist, dass sowohl Sammlung, Sortierung als auch weitergehende stoffliche Verwertung dieser in hohem Maß möglich ist. Dafür müssen die entsprechenden Strukturen im Land bestehen. Somit ist es möglich, dass eine Verpackung in Österreich bzw. Deutschland gut rezyklierbar ist jedoch bereits in einem Nachbarland nicht, da die Infrastruktur nicht vorhanden ist. Im Sinne der Guideline gelten die thermische Verwertung, chemisches Recycling sowie die Kompostierung von Abfällen nicht als Recycling. (FH Campus Wien, 2019)

Eine vollständige Bewertung der Recyclingfähigkeit von Verpackungen kann immer nur anhand des gesamten Verpackungssystem vollzogen werden.

Die Guideline kann für Verpackungen folgender Materialien angewandt werden:

- Kunststoff (PET, PP, HDPE, LDPE, LLDPE) – kompostierbare Kunststoffe – Verbundmaterialien mit Kunststoffanteil
- Papier/Pappe/Karton
- Glas
- Weißblech
- Aluminium

### **5.1.2 Frankreich**

2001 haben sich die größten Unternehmen bzw. Interessenverbände der Kunststoffindustrie in Frankreich zusammenschlossen und die Organisation COTREP (COmité Technique pour le Recyclage des Emballages Plastiques) gegründet. Die drei Gründungsmitglieder Elipso, Citeo (vormals EcoEmballage) und Valorplast repräsentieren sowohl Kunststoffproduzenten\*innen, Kunststoffverpackungs-Hersteller\*innen als auch mit Citeo einen Lizenzvergeber. Ziel der Organisation ist es diverse Akteure\*innen des Haushaltsverpackungssektors schon von Beginn an bei nachhaltigen und recyclebaren Verpackungsdesigns zu unterstützen.

Basierend auf einer Reihe von Studien der Organisation COTREP sind 2016 Richtlinien für die Recyclingfähigkeit von Kunststoff Verpackungen entstanden, 2018 wurden diese mit einer Richtlinie ausschließlich für Schalen und Becher aus Kunststoff erweitert.

- Recyclability of pots and trays (2018)
- Recyclability of plastic packaging- ecodesign for improved recycling (2016)

Die von COTREP herausgegebenen Guidelines sind ausschließlich für Kunststoffverpackungen erstellt worden. Folien sowie flexible Verpackungen gelten in Frankreich als nicht recyclingfähig und werden daher in der Guideline „Recyclability of

plastic packaging- ecodesign for improved recycling (2016)“ nicht berücksichtigt. Bis 2022 wird es möglich sein, LDPE Folien und flexible Verpackungen zu recyceln.

Aufgrund der unterschiedlichen Sortierungssysteme in Frankreich ist es derzeit nicht der gesamten Bevölkerung möglich das ganze Sortiment an Kunststoffverpackungen zu sortieren. Mithilfe der 2020 festgelegten erweiterten Sortieranweisung, soll es bis 2022 zu einer Harmonisierung der Sortierströme bei Kunststoffverpackungen in ganz Frankreich kommen.(LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, 2020) In den Tabellen 7 und 8 sind die Recyclingströme von Kunststoffverpackungen zum heutigen Zeitpunkt und bis 2022 zu sehen. COTREP berücksichtigt in der 2018 entstanden Guideline schon die Recyclingfähigkeit von Verpackungen für 2022.

	<b>Flaschen</b>	<b>Becher/Schalen</b>	<b>Folien/flexible Verpackungen</b>
<i>Clear PET</i>	x		
<i>Dark PET</i>	x		
<i>HDPE/PP</i>	x	x	

*Tabelle 6 Recyclingströme 2020 verändert nach Recyclability of Plastic Packaging. Eco-Design for improved recycling, 2016*

	<b>Flaschen</b>	<b>Becher/Schalen</b>	<b>Folien/Flexible Verpackungen</b>
<i>Clear PET</i>	x	x	
<i>Dark PET</i>	x	x	
<i>PP</i>	x	x	
<i>HDPE</i>	x	x	
<i>LDPE</i>			x
<i>PS</i>		(x)	

*Tabelle 7 Recyclingströme 2022, verändert nach Recyclability of Plastic Packaging. Eco-Design for improved recycling, 2016*

## 6 Material und Methoden

Nach eingehender Betrachtung und Beschreibung der Begriffe Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, sowie deren Einbindung in europäischen Strategien und Umsetzung dieser in Frankreich, wird im folgenden Abschnitt eine praktische Nachhaltigkeitsbewertung sowie eine Bewertung der Recyclingfähigkeit einzelner Verpackungen durchgeführt. Ziel ist es darzustellen, welche Verpackungssysteme die kleinsten ökologischen Auswirkungen haben und international (im Falle dieser Arbeit werden Österreich und Frankreich als Vergleichsparameter herangezogen) recyclingfähig sind.

### 6.1 Material

In dieser Arbeit werden jeweils zwei bzw. drei Verpackungssysteme aus den drei Lebensmittel-Produktgruppen Getränke, Milchprodukte und Teigwaren gewählt.

Bei der Wahl der Verpackungen wurde explizit darauf geachtet, dass diese pro Kategorie für dieselben Lebensmittel und dieselben Mengen eingesetzt werden. Lediglich für die Aluminiumdose muss eine Hochrechnung eingesetzt werden, da diese nur 250ml Getränk beinhalten, während sowohl die Glasflasche, als auch PET-Flasche 500ml fassen.

Verpackungsmuster:

#### *Getränke*

500 ml Glasflasche

500ml Kunststoff-Flasche

250 ml Aluminiumdose

#### *Milchprodukte*

500ml Joghurtbecher (PS)

500ml Joghurtbecher (PP)

#### *Teigwaren*

500 g Kunststoff-Schlauchbeutel

500g Papier-Schlauchbeutel

Geräte:

Analysenwaage PA224C OHAUS Pioneer

Präzisionswaage OHAUS Pioneer PA4202

FT-IR-Spektrometer Perkin Elmer Spektrum UATR L1600300 Spektrum TWO LiTa,  
Seriennummer 113174

## 6.2 Methoden

Bei der Untersuchung der Verpackungen wurde nach folgendem Schema vorgegangen:

- I. Physikalische Messungen
- II. Ermittlung des Materials (FT-IR- Spektroskopie)
- III. Nachhaltigkeitsbewertung mit Streamline LCA
- IV. Bewertung der Recyclingfähigkeit anhand der Circular Packaging Design Guideline

### I. Physikalische Messungen:

Vor Beginn der Messungen wurden die Proben gereinigt (mit Leitungswasser ausgespült), getrocknet und beschriftet.

Zur Bestimmung des Gewichts wurden sowohl das komplette Verpackungssystem als auch die einzelnen Packhilfsmittel gewogen. Hierfür wurde eine Analyse- sowie eine Präzisionswaage verwendet. Die Messdaten sind dem Anhang zu entnehmen.

Messdatum: 20.07.2020

Gerät: PA224C OHAUS Pioneer – Analysenwaage

Gemessene Proben: PS-Becher + Aluplatine, PP-Becher + Aluplatine,

Etiketten (2x PET-Flasche, 2x Glasflasche), PP- Schlauchbeutel, Papierschlauchbeutel

Messdatum: 20.07.2020

Gerät: OHAUS Pioneer PA4202- Präzisionswaage

Gemessene Proben: PET-Flasche, Glas-Flasche

Messdatum: 27.07.2020

Gerät: PA224C OHAUS Pioneer – Analysenwaage

Gemessene Proben: Aluminiumdose, Stay on Tab

## II. Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie (FT-IR)

Zur Untersuchung der Packmittel wird eine FT-IR Messung angewandt. Diese Methode ermöglicht es mithilfe von Infrarotstrahlen die Oberfläche der Probe zu analysieren und das Material zu bestimmen.

Die FT-IR-Spektroskopie ist eine spezielle Form der Infrarotspektroskopie und zählt ebenfalls zu den molekülspektroskopischen Analysemethoden unbekannter Verbindungen. Wie bei der klassischen IR-Spektroskopie geht der IR-Lichtstrahl, unter Anregungen der Molekülschwingungen, durch die Probe und aus dieser geschwächt hinaus. Die Änderung der Intensität des Lichtstrahls wird bei der klassischen Spektroskopie von einem Detektor registriert und als Spektrum aufgezeichnet. Bei der F-IR-Spektroskopie handelt es sich zunächst um ein zeitabhängiges Interferogram, welches erst durch die mathematische Funktion „Fourier-Transformation“ in ein frequenzabhängiges Spektrum gewandelt. Das gewonnene Bandenspektrum kann mit bereits bekannten Werten verglichen werden und somit der untersuchte Stoff identifiziert werden. (Bienz et al., 2016)

Messdatum: 20.07.2020

Gerät: Perkin Elmer Spektrum UATR L1600300 Spektrum TWO LiTa,  
Seriennummer 113174

Gemessene Proben: PS-Becher + Aluplatine, PP-Becher + Aluplatine,  
Etiketten (2x PET-Flasche), PET-Flasche, Schraubverschluss (PET), PP-  
Schlauchbeutel

Vorgehensweise bei der Messung:

1. Untergrundmessung
2. Untersuchungsobjekt einspannen
3. Andruckkraftmessung durchführen ca. 70 bei Packmittel, ca., 60 bei Etiketten
4. Aufnahme des Spektrums
5. Abgleichen mit der Datenbank
6. Auswahl des besten Ergebnisses
7. Kopieren des Graphen sowie der Tabelle mit den 10 besten Ergebnissen

Die Ergebnisse der FT-IR Messung sind dem Anhang zu entnehmen.

### III. Nachhaltigkeitsbewertung / Streamline LCA

Bei der Nachhaltigkeitsbewertung der ausgewählten Verpackungen wird das PAST-Tool der FH-Campus Wien verwendet, womit eine Streamline LCA, basierend auf dem PEF, ermöglicht wird.

#### *PAST-Tool*

Dieses Ökobilanzierungstool unterliegt dem PEF Leitfaden der europäischen Kommission und bewertet die Produkte daher in 16 unterschiedlichen Wirkungskategorien. Die Systemgrenze umfasst den gesamten Lebenszyklus der Verpackung von der Produktion der Primärrohstoffe bis hin zur Entsorgung dieser nach der Nutzung (End of Life).

#### *Wirkungskategorien*

In dieser Arbeit werden die sechs Wirkungskategorie Eutrophierung, Klimawandel, Photochemische Bildung von Ozon, Ressourcenabbau, Versauerung und Wasserverbrauch herangezogen, um die Umwelteinflüsse der sieben Verpackungen zu beurteilen. Diese sechs Wirkungskategorien decken unterschiedliche Bereiche der Umwelteinwirkung ab und geben somit einen, im Rahmen einer Streamline-LCA möglichen Gesamteindruck der ökologischen Belastung.

#### Eutrophierung

Unter Eutrophierung wird im einfachsten Sinne ein Überangebot an Nährstoffen verstanden, welches sowohl terrestrisch als auch aquatisch vorkommen kann. Das überdurchschnittliche Vorhandensein von Nährstoffen führt zu einer vermehrten Bildung von biogener Masse, wodurch sich das Spektrum an Flora und Fauna in einem Ökosystem verändern kann. Dadurch ist die vollständige Funktionsfähigkeit des Systems nicht mehr gewährleistet. Zu den belastenden Stoffen zählen Nitrate und Phosphate, welche durch Überdüngung in der Landwirtschaft oder aus anthropogenen Abwässern in Gewässer bzw. Grundwasser gelangen können. Zum Beispiel führt das vermehrte Wachstum von Algen in einem See, auch zu erhöhtem Absterben der Algen und folgend zu einer Anlagerung der abgestorbenen Substanz am Seegrund. Die abgestorbene Biomasse kann den See von einem Gewässer mit Trinkwasserqualität in ein aquatisches System mit teilweise sauerstofffreien Schichten überführen, daraus

resultiert eine Veränderung des Artenspektrums und im unerwünschten Fall die vermehrte Bildung von anaeroben Organismen (Klöpffer & Grahl, 2009). Je nach Angabe von aquatischer oder terrestrischer Eutrophierung, wird das Potential in der Änderung des Stickstoff- oder Phosphatgehalts des Bodens/Gewässers in den Äquivalenten der jeweiligen Verbindung angegeben. In der vorliegenden Arbeit wird das Versauerungspotential in mol N-Äquivalenten angeführt.

## Klimawandel

Die Wirkungskategorie Klimawandel, oft auch als Treibhauspotenzial bezeichnet, beschreibt die negativen Auswirkungen auf die Umwelt aufgrund der zunehmenden Erderwärmung. Diese Erwärmung ist bedingt durch den natürlichen Treibhauseffekt, welcher durch anthropogene Einwirkungen in den letzten Jahrhunderten massiv zugenommen hat. Es wird das Treibhauspotential (Global Warming Potential, GWP) von 1kg Treibhausgas im Vergleich zu 1kg CO<sub>2</sub> bestimmt, somit ist es möglich die Wirkung von allen Treibhausgasen in CO<sub>2</sub> – Äquivalente umzurechnen. Das GWP hängt dabei von Faktoren wie der Verweildauer der Treibhausgase in der Atmosphäre ab, daher ist es notwendig das GWP für einen gewissen Zeitraum zu berechnen, üblicherweise für 20 oder 100 Jahre. (Frischknecht, 2020) Die Wirkungskategorie Klimawandel ist mitunter die politisch am meistens diskutierteste und jene die, die Umwelteinwirkungen eines Produktes am eindrücklichsten veranschaulicht.

## Ressourcenabbau (fossile Rohstoffe / „Fossils“)

Der Verbrauch von abiotischen Ressourcen wie fossilen Brennstoffen, mineralischen Brennstoffen oder Uranerzen, sollte sinnförender Weise in diverse Kategorien unterteilt werden. Dadurch hat der Verbrauch von scheinbar unerschöpflich Rohstoffen wie Sand und Luft eine eigene Gewichtung und wird nicht gleichermaßen wie Nutzung von z.B.: Erdöl bewertet. In der vorliegenden Arbeit wird nur Bezug auf den Verbrauch fossiler Rohstoffe genommen. Die simpelste Berechnung der Erschöpfung ist die Gegenüberstellung von Verbrauch pro Vorräte.

Die energetisch verwertbaren Ressourcen werden in der Energieeinheit MJ angegeben, bei fossilen Brennstoffen wie Erdgas ist auch die Angabe in Nm<sup>3</sup> üblich. (Klöpffer & Grahl, 2009).

## Photochemische Bildung von Ozon / Sommersmog

Das vermehrte Vorhandensein von Substanzen wie NO, NO<sub>2</sub>, Methan oder CO in der Troposphäre (bodennahe Schicht der Atmosphäre) führt zu photochemischen Reaktionen aus welchen in weiterer Folge Photooxidanzien, wie z.B.: Ozon entstehen. Die Vorläufersubstanzen stammen hauptsächlich aus anthropogenen Quellen. Bodennahes Ozon führt bei vielen Menschen zu Beschwerden der Atemwege und wirkt ebenfalls schädlich für Pflanzen. Gehäuft tritt dieses Phänomen in den Sommermonaten auf und wird daher auch als Sommersmog bezeichnet. Stoffe die zur Bildung von Ozon beitragen, werden durch das Photochemische Ozonbildungspotential (Photochemical Ozone Creation Potential, POCP) beschrieben. Hierfür wird üblicherweise der POCP-Wert von Ethen als Referenzwert genommen und die Wirkung in Ethen-Äquivalenten angegeben. (Klöpffer & Grahl, 2009) In der vorliegenden Arbeit wird das photochemische Ozonbildungspotential nach PEF-Empfehlungen der EU in kg NMVOC<sup>9</sup>-Äquivalenten angegeben.

## Versauerung

Das Versauerungspotential bestimmt den Anteil der im Laufe des Lebenszyklus eines Produktes freigesetzten Substanzen zur Versauerung von Böden und Meeren. Es wird das Potential von Substanzen gemessen H<sup>+</sup>-Ionen zu bilden und mit jenem von SO<sub>2</sub> verglichen. Das Potential wird in SO<sub>2</sub>-Äquivalenten angegeben. Nach den Empfehlungen der EU kann man das Versauerungspotential ebenfalls in mol H<sup>+</sup>-Äquivalent angeben. (in dieser Arbeit angewendet). Die wichtigsten Stoffklassen welche die Versauerung fördern sind Salzsäure (HCL), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Schwefeloxid (NO<sub>x</sub>), und Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S). Unter Versauerung versteht man die negative Änderung des pH-Wertes. Die Veränderung hat zur Folge, dass gesundheitsschädliche Schwermetalle freigesetzt werden und diese von Menschen, Tieren und Pflanzen aufgenommen werden (Frischknecht, 2020). Die Versauerung von Böden sowie Gewässern verursacht massive Umweltschäden und führt zu Phänomenen wie dem Waldsterben oder Intoxikation von Gewässern. (Klöpffer & Grahl, 2009)

---

<sup>9</sup> Non-methane volatile organic compound = flüchtige organische Verbindungen außer Methan

## Wasserverbrauch

Der Verbrauch von Süßwasserressourcen wird mit dem AWARE-Indikator angegeben. Der Aware Indikator ermöglicht es das relative Potenzial des Entzugs an Wasser pro Quadratmeter, welches für Menschen und Ökosystem verfügbar ist darzustellen, die verwendete Einheit sind m<sup>3</sup>. Der Aware Indikator gründet auf der These, dass die abnehmende Verfügbarkeit des Wassers in einer Region, eine Benachteiligung von anderen Nutzern der Wasserfläche nach sich zieht (Frischknecht, 2020). In dieser Kategorie gilt es die einzelnen Wasserbestände zu kategorisieren, man unterscheidet fossiles Wasser, Grundwasser sowie Fließgewässer (Eberle et al., 2015b).

### *Datenbank:*

Dem PAST Tool ist die Ökobilanzierungsdatenbank Ecoinvent 3.6 hinterlegt. Die zu Beginn der 2000er Jahre publizierte schweizer Datenbank ist das weltweit umfangreichste Datensammelsystem für Ökobilanzdaten, welche in über 40 Ländern genutzt wird. Die regionalen, sowie globalen Daten beziehen sich auf die Bereiche wie Energie, Materialien oder Landwirtschaft.(Frischknecht et al., 2004)

Die in Ecoinvent beinhalteten Daten sind so beschaffen, dass diese für nahezu alle gängigen Ökobilanzierungs-Softwares bzw. Ecodesign-Softwares verfügbar sind. Die methodische Vorgehensweise der Sammlung der Daten sowie die Inhaltliche Richtigkeit der Datenbank wurde in einem Review einer externen Prüfung unterzogen und für korrekt ausgeführt befunden. (Eberle et al., 2015a)

### *Details zum Recycling der Verpackungssysteme:*

Von den Zahlen der Nachhaltigkeitsagenda 2017 der Wirtschaftskammer Wien ausgehend wird für PET-Flasche eine stoffliche Verwertung von 57%, für Aluminiumdosen von 70% und für Glasflaschen von 81% angenommen (Wirtschaftskammer Österreich, 2017) . Für die anderen Verpackungssysteme aus Kunststoff (PP-Beutel, PP-Becher, PS-Becher) wird die Recyclingrate von 26% angenommen, der restliche Anteil wird zu 43% thermisch verwertet, 30% fließen in die Zementherstellung ein. (Van Eygen et al., 2018)

Gemäß einer 2019 veröffentlichten Studien der österreichische Unternehmensberatung c7-Consult in Auftrag von ALPLA (Fehringer, 2019) welche sich mit der Ökobilanzierung von Getränkebinden unterschiedlicher Materialien am

österreichischen Markt befasst, kann man für Österreich davon ausgehen, dass Etiketten und Verschlüsse gemeinsam mit der Gesamtverpackung gesammelt werden und folgendermaßen stofflich verwertet werden:

- 10% Papieretiketten
- 20% LDPE Etiketten und Verschlüsse
- 20% PP – Etiketten
- 50% PET Etiketten
- 50% HDPE- Verschlüsse
- 100% stoffliche Verwertung von Stay on Tabs von Aluminiumdosen

Laut den 2020 herausgegeben Daten von CITEO liegt die derzeitige Recyclingrate von Kunststoffflaschen bei 61% und von Glasflasche bei 76%.

Für den PP-Becher wird die Recyclingrate für Kunststoffe von 29% (Citeo 2019) angenommen (es gilt zu bedenken, dass diese noch nach der alten Berechnungsmethode, vor Inkrafttreten der RL2019/1004 kalkuliert ist und in Realität weit darunterliegt.)

Flexible Kunststoffverpackungen, wie der ausgewählte PP-Schlauchbeutel, werden in Frankreich derzeit, sowie 2022, nicht rezykliert. Vorgesehen ist eine ausschließliche Rezyklierung von flexiblen Verpackungen aus PE. Es wird daher von einer 100% thermischen Verwertung ausgegangen.

#### IV. Bewertung der Recyclingfähigkeit

Die sieben ausgewählten Verpackungen werden qualitativ anhand der Circular Packaging Design Guideline Kriterien bewertet. Die Hauptkriterien sind Materialzusammensetzung und Zusätze, Druckfarben und Ausführung, Materialfarbe sowie Restentleerbarkeit und Kleinteile. Die Einteilung erfolgt nach einem klassischen Ampelsystem, wobei die Bezeichnungen jener der Guideline entnommen sind:

Gut recyclingfähig

Das gesamte Verpackungssystem ist gut recyclingfähig und es bestehen nationale Verwertungsstrukturen.

Weniger gut recyclingfähig

Das Verpackungssystem ist eingeschränkt recyclingfähig, nicht alle Komponenten können vollständig rezykliert werden. Es bestehen nationale Verwertungsstrukturen.

Schlecht recyclingfähig

Die Verpackung ist nicht recyclingfähig und/ oder die Verwertungsstrukturen sind nicht vorhanden.

#### Französische Bewertung:

Im nächsten Schritt wird eine internationale Bewertung der Recyclingfähigkeit durchgeführt, welche für diese Arbeit für den französischen Markt angewandt wird. Hierbei werden die Sortierströme von Frankreich analysiert, sofern ein Strom für das Material der bewerteten Verpackung kann diese als recyclingfähig angesehen werden.

Sortierströme Frankreich (2020):

- Papier/Pappe/Karton
- Glas
- Weißblech
- Aluminium
- Clear PET
- Dark PET
- HDPE/PP
- (PS) wird derzeit nur in Regionen mit erweiterter Sortieranweisung gesammelt. 2019 haben sich das französische Mineralölunternehmen TOTAL, mit Citeo, Syndifrais (Vereinigung der französischen Milchproduzenten\*innen) sowie der Industriekonzern Saint Gobain dazu entschlossen gemeinsam die Grundsteine für die Einführung eines PS-Recycling-Stroms in Frankreich zu legen. In diesem Sinne sollen vermehrt neue Recyclinganlagen für Polystyrol geschaffen werden. Zum heutigen Zeitpunkt kann jedoch noch nicht von einem einheitlichen PS-Recycling-Strom gesprochen werden.

## 7 Ergebnisse

Die Ergebnisse der LCA, als auch jener der Recyclingfähigkeitsbewertung deuten darauf hin, dass es in Frankreich und Österreich eindeutige Unterscheide zwischen den verschiedenen Verpackungssystemen gibt.

### 7.1 Ergebnisse LCA

#### Eutrophierung (terrestrisch)

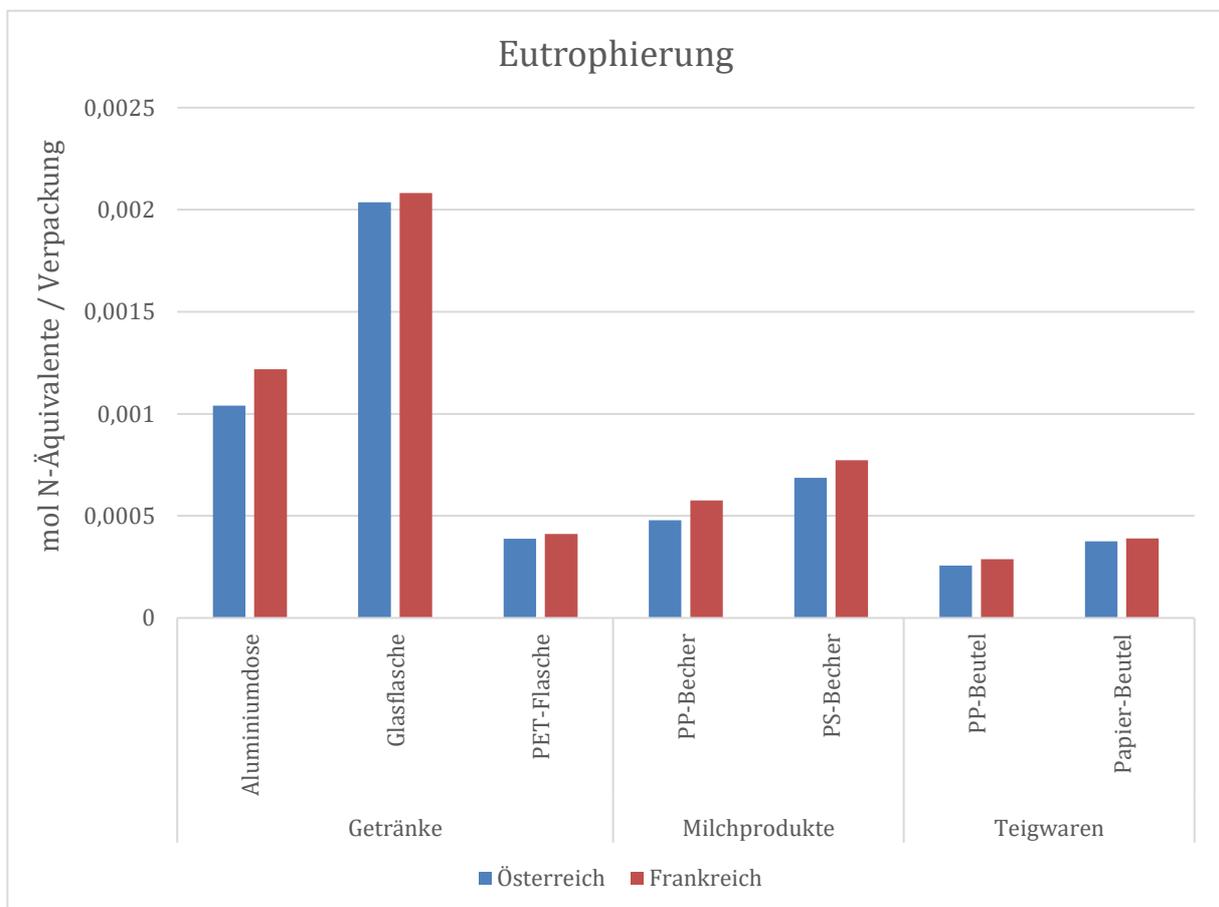


Abbildung 8 LCA-Wirkungskategorie Eutrophierung

#### Getränke:

Die Glasflasche schneidet sowohl in Frankreich als auch in Österreich mit einem Wert von jeweils 0,002 mol N-Äquivalenten am schlechtesten ab, dahinter folgt die Aluminiumdose und mit einem deutlich geringeren Wert von 0,0004 mol N-Äquivalenten die PET-Flasche.

### Milchprodukte:

In der Produktgruppe Milchprodukte ist der Unterschied zwischen den zwei Verpackungen in beiden Ländern als gering einzustufen. In Frankreich erzielt der PS-Becher mit 0,00077 und in Österreich mit 0,00068 mol N-Äquivalenten einen etwas höheren Wert als der PP-Becher (Ö: 0,00048 mol N-Äquivalente; F: 0,00057 mol N-Äquivalente)

### Teigwaren:

Bei beiden Teigwaren-Verpackungen sind nur sehr geringe Werte zu erkennen. Die Papierverpackungen liegt in Frankreich und Österreich mit 0,00038 mol N-Äquivalenten gleich auf, der PP-Beutel hat in Frankreich mit 0,00028 mol N-Äquivalenten ein etwas geringeres Eutrophierungspotential und weist in Österreich mit 0,00025 mol N-Äquivalenten einen minimalen Unterschied auf.

### *Klimawandel*

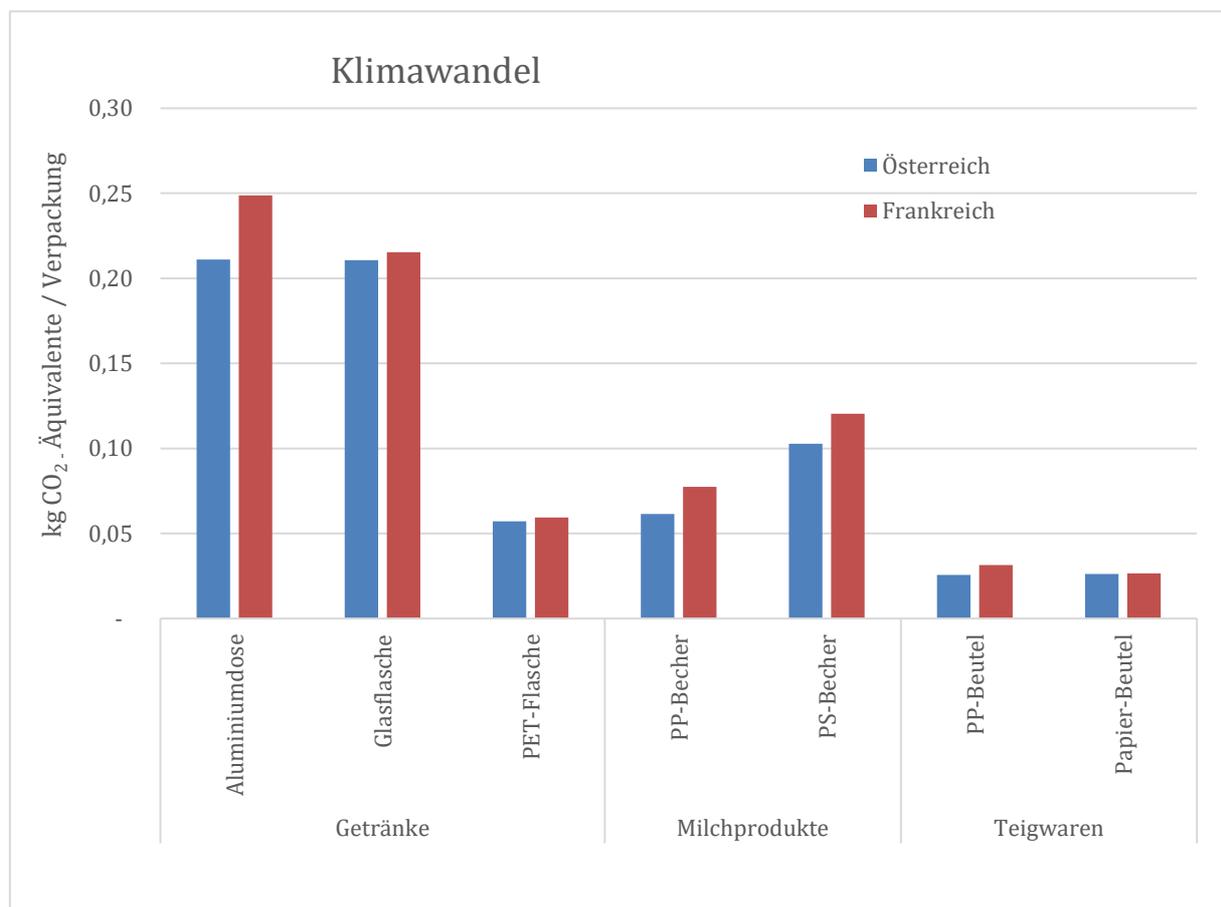


Abbildung 9 LCA- Wirkungskategorie Klimawandel

### Getränke:

Die PET-Flasche hat unter den Getränkeverpackungen mit 0,06 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalenten eindeutig die geringsten Auswirkungen auf den Klimawandel. Danach folgen in Österreich mit 0,21 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalente die Aluminiumdose, sowie die Glasflasche mit ebenfalls 0,21 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalenten, welche nach dieser Berechnung dieselben Auswirkungen auf den Klimawandel haben. Setzt man die Getränkegebinde in Frankreich in Verkehr kommt man bei der PET-Flasche (0,06kg CO<sub>2</sub> – Äquivalente) und der Glasflasche (0,22kg CO<sub>2</sub> – Äquivalente) zu ähnlichen Ergebnissen wie in Österreich, lediglich die Aluminiumdose schneidet mit 0,25kg CO<sub>2</sub> – Äquivalenten schlechter ab.

### Joghurtbecher:

PS-Becher sind sowohl in Frankreich, als auch in Österreich die weniger ökologische Variante. In Frankreich in Verkehr gebrachte PS-Becher erzeugen 0,12 CO<sub>2</sub> – Äquivalenten, in Österreich 0,10kg CO<sub>2</sub> – Äquivalente. Der PP-Becher erzielt mit 0,06kg CO<sub>2</sub> – Äquivalenten in Österreich eine etwas bessere Bilanz als in Frankreich (0,08kg CO<sub>2</sub> – Äquivalente)

### Teigwaren:

Die Ergebnisse in der Produktgruppe Teigwaren sind in der Kategorie Klimawandel überraschenderweise sehr ähnliche und unterscheiden sich kaum.

Beide Verpackungen weisen sowohl in Frankreich, als auch in Österreich einen Wert von lediglich 0,03 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalenten auf.

## Photochemische Bildung von Ozon

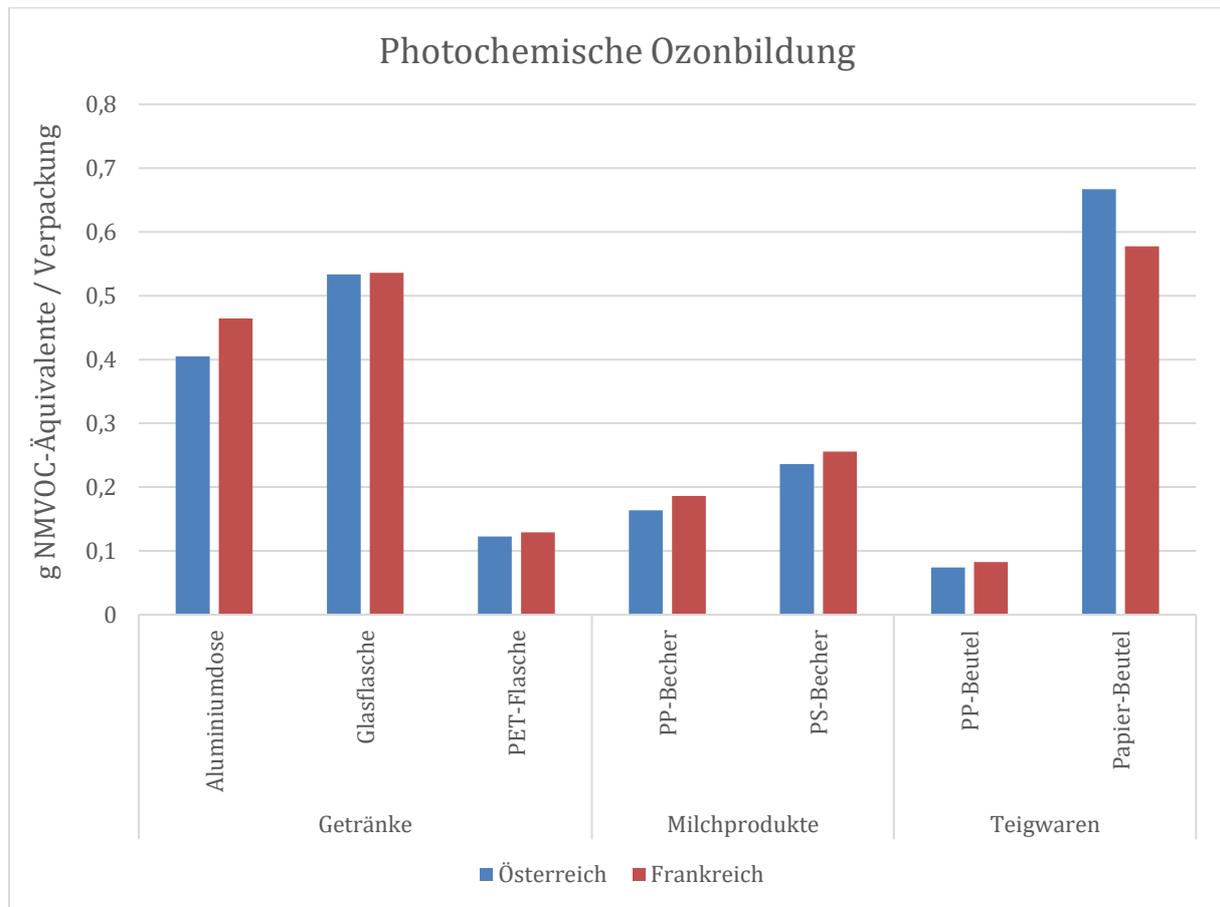


Abbildung 10 LCA-Wirkungskategorie photochemische Ozonbildung

### Getränke:

Die Glasflasche weist mit 0,53 g NMVOC-Äquivalenten sowohl in Frankreich, als auch in Österreich das höchste photochemische Ozonbildungspotential, in der Produktgruppe Getränke auf, dahinter folgt in Frankreich mit 0,46 g und in Österreich mit 0,4 g die Aluminiumdose. In beiden Ländern erweist sich die PET-Flasche mit 0,12 g als beste Alternative.

### Milchprodukte:

Der PS-Becher weist mit 0,25 g NMVOC-Äquivalenten einen minimal schlechteren Wert als in Österreich 0,23 g auf. Der PP-Becher zeigt in beiden Ländern mit 0,18 g in Frankreich und 0,16 g NMVOC-Äquivalenten in Österreich, etwas geringere Werte.

### Teigwaren:

Die Photochemische Bildung von Ozon ist bei der Papierverpackung im Vergleich zur Kunststoffvariante erstaunlich hoch und in Österreich mit 0,6 g NMVOC-Äquivalenten

minimal höher als in Frankreich (0,5g). Der PP-Schlauchbeutel hat mit 0,07g NMVOC-Äquivalenten in Österreich und 0,08g NMVOC-Äquivalenten in Frankreich die niedrigsten Werte von allen Verpackungen jeder Produktgruppe.

### Ressourcenabbau (fossil)

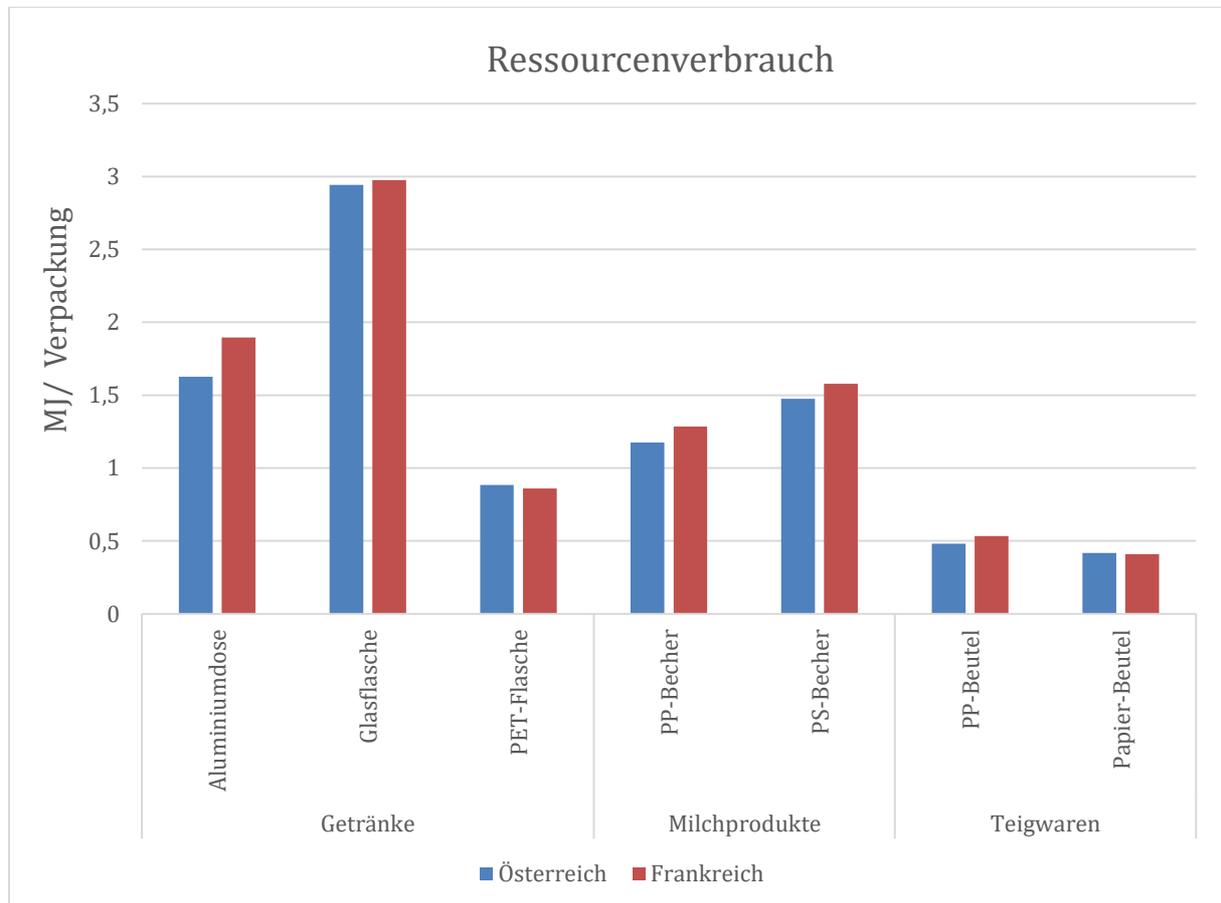


Abbildung 11 LCA-Wirkungskategorie Ressourcenabbau

#### Getränke:

Der fossile ressourcenverbrauch ist bei der Glasflasche mit 2,9 MJ (Frankreich und Österreich) am höchsten, dahinter liegt mit 1,89 in Frankreich und mit 1,62 MJ die Aluminiumdose. Die PET-Flasche weist mit 0,8 MJ in beiden Ländern (Ö: 0,88; F: 0,86) den geringsten Ressourcenverbrauch auf.

#### Milchprodukte:

In der Produktgruppe Milchprodukte zieht sich der bereits erkennbare Trend fort. Der PS-Becher schneidet auch in der Wirkungskategorie Ressourcenverbrauch schlechter ab, als die Alternative aus PP. Ein in Frankreich in Verkehr gesetzter Becher weist

einen Wert von 1,57 MJ auf, in Österreich sind es 1,47 MJ. Die PPP-Alternative verbraucht in Frankreich 1,28 MJ und in Österreich 1,17 MJ.

### Teigwaren:

In der Produktgruppe Teigwaren sind nur minimale Unterschiede zwischen der Papier- und der Kunststoffverpackungen zu erkennen. Der Papier-Schlauchbeutel hat mit 0,41 MJ in Österreich und Frankreich einen marginal kleineren Ressourcenverbrauch als der PP-Schlauchbeutel (Ö: 0,48 MJ; F: 0,53 MJ).

### *Versauerung*

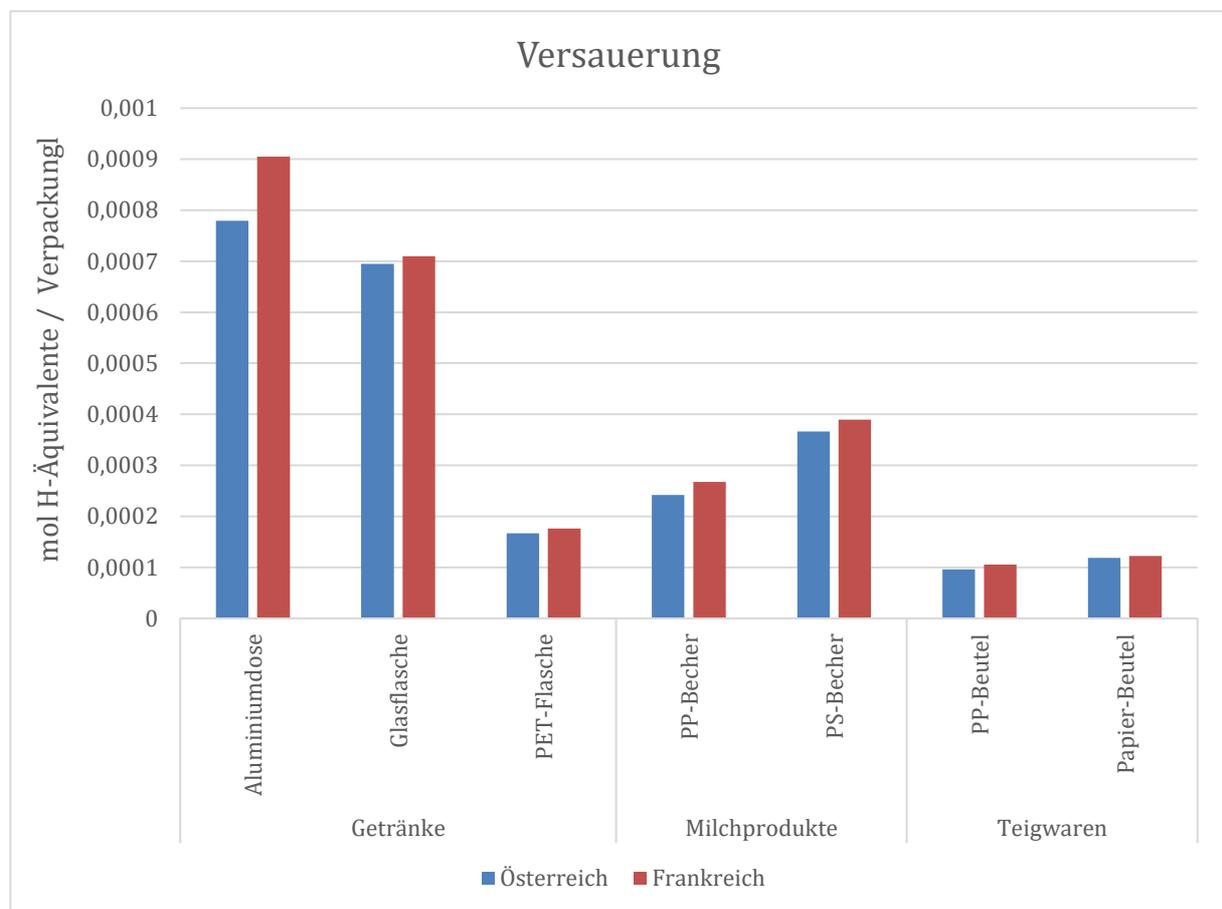


Abbildung 12 LCA-Wirkungskategorie Versauerung

### Getränke:

Die PET-Flasche hat mit 0,0001 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten in beiden Ländern das niedrigste Versauerungspotential in der Produktgruppe Getränke, mit großem Abstand folgt die Glasflasche mit 0,0007 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten (Ö: 0,00069; F: 0,00071) und dahinter die Aluminiumdose. Wird die Aluminiumdose in Frankreich in Verkehr gesetzt weist

diese mit 0,0009 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten ein größeres Potential auf als in Österreich (0,00077 mol h<sup>+</sup>- Äquivalente)

#### Milchprodukte:

Mit 0,00038 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten inf Frankreich und 0,00036 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten in Österreich hat der PS-Becher ein größeres Versauerungspotential als der PP-Becher mit 0,00026 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten in Frankreich und 0,00024 mol h<sup>+</sup>- Äquivalenten in Österreich.

#### Teigwaren:

In beiden Ländern sind die Unterschiede des Versauerungspotentials der Papier- und Kunststoffverpackung in der Produktgruppe Teigwaren minimal. Der Papier-Schlauchbeutel weist mit 0,00012 in Frankreich und 0,00011 in Österreich ein gering größeres Potential als die PP-Alternative (Ö: 0,00009; F: 0,0001) auf.

#### *Wasserverbrauch*

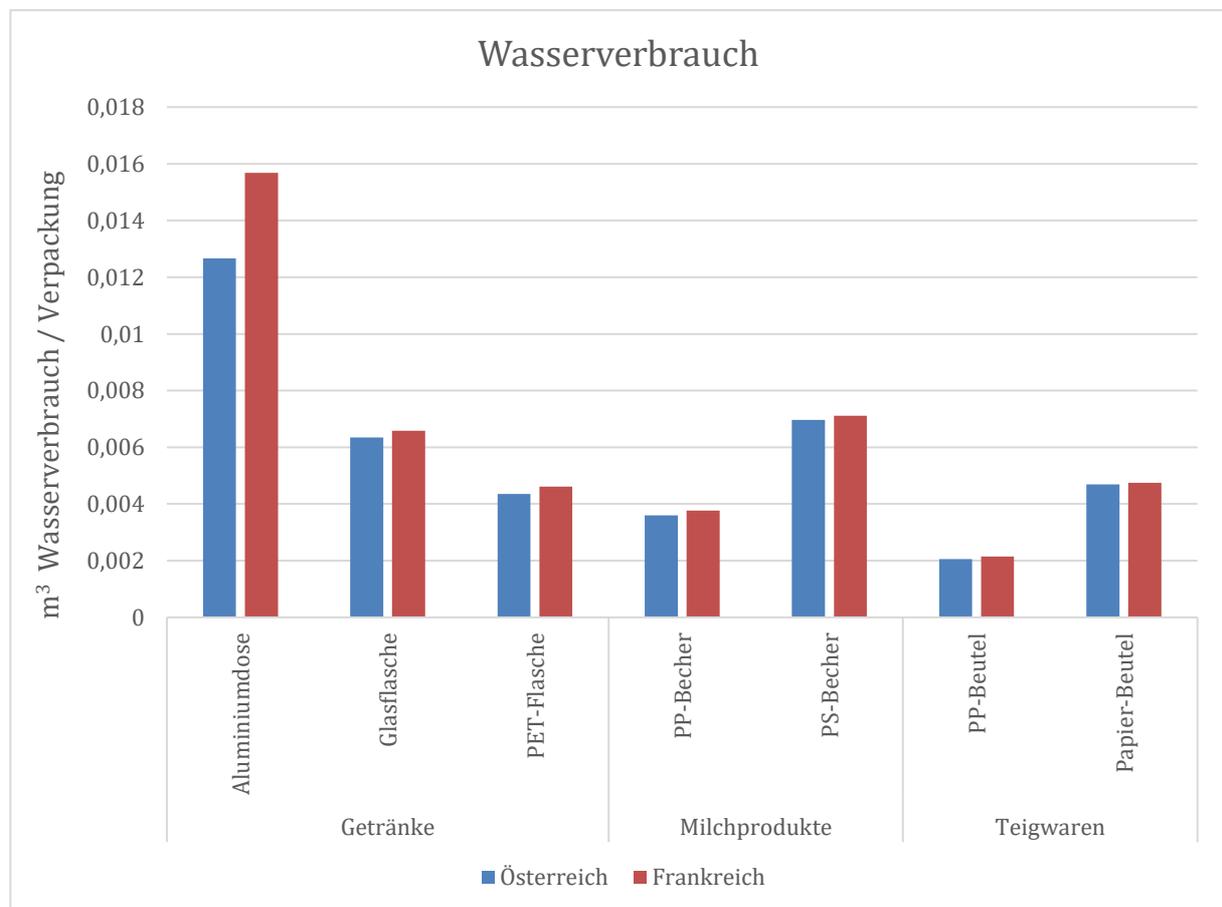


Abbildung 13 LCA-Wirkungskategorie Wasserverbrauch

### Getränke:

Der Wasserverbrauch entlang des gesamten Lebenszyklus ist in Frankreich (0,015 m<sup>3</sup>), als auch in Österreich (0,012 m<sup>3</sup>) bei der Aluminiumdose am höchsten. Die Glasflasche liegt in beiden Ländern mit 0,006 m<sup>3</sup> vor der PET Flasche, welche in Österreich 0,0043 m<sup>3</sup> und in Frankreich 0,0046 m<sup>3</sup> verbraucht.

### Milchprodukte:

Der PS-Becher liegt in beiden Ländern mit 0,007 m<sup>3</sup> Wasserverbrauch gleich auf. Der Verbrauch von Wasser unterscheidet sich beim PP-becher in Frankreich und in Österreich nur marginal und liegt in beiden Ländern bei 0,003 m<sup>3</sup>

### Teigwaren:

Der Wasserverbrauch bei der Papierverpackung ist deutlich höher als jener des PP-Schlauchbeutels. Zwischen den beiden Ländern unterscheidet sich der Verbrauch jedoch kaum. In Frankreich liegt der Wasserverbrauch bei dem Papier-Schlauchbeutel bei 0,0047 m<sup>3</sup>, in Österreich bei 0,0046 m<sup>3</sup>. Der PP-Schlauchbeutel verbraucht in Frankreich 0,0021 l und in Österreich 0,0020 m<sup>3</sup>.

## 7.2 Ergebnisse der Recyclingfähigkeitsbewertung

### Getränke:

**PET-Flasche**

Füllgut: Natürliches

Mineralwasser mit

Kohlensäure

versetzt

Füllmenge: 500ml



Abbildung 14 Prüfmuster PET-Flasche

<b>Packmittel</b>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Hohlkörper</i>	✓ (PET)		
<i>Verschluss</i>	✓ (PE)		
<i>Etikett 1.3</i>	✓ (PP)		
<i>Klebstoff</i>	✓ (wasserlöslich)		
<i>Etikett 1.4</i>			✓ (PE)
<i>Klebstoff</i>	✓ (wasserlöslich)		
<i>Farbe</i>		✓ (hellblau, transparent)	

**Die Verpackung ist GUT recyclingfähig**

### **Bewertung:**

Insgesamt ist diese Verpackung als „gut recyclingfähig“ zu bewerten, da der Hohlkörper aus PET besteht und die Etiketten aus Polypropylen (Etikett 1.3) und Polyethylen (Etikett 1.4) bestehen, sowie der Verschluss aus Polyethylen. Der Einsatz von PET als Hauptpackstoff ist darüber hinaus positiv, da der Recyclingprozess von PET einem nahezu geschlossenen Kreislauf entspricht. Aus PET-Rezyklat können in Österreich wieder Lebensmittelkontaktmaterialien hergestellt werden und es kommt somit nicht zu einem Down-Cycling. Die hellblaue, transparente Farbe ist gemäß der Guideline als weniger gut recyclingfähig einzustufen, besser erfasst werden Flaschen welche ausschließlich transparent gefärbt sind. Negativ zu bewerten ist jedoch das Vorhandensein des zweiten Etiketts, da dieses rein zu Werbezwecken platziert worden ist und eine Information enthält die auf Etikett 1.3 schon präsentiert worden ist. Etiketten dieser Größe, werden in Österreich nicht rezykliert. (FH Campus Wien, 2019)

PET-Flaschen gelten in Österreich als außerordentlich gut recyclingfähig, der Nachhaltigkeitsagenda für Getränkegebinde der WKÖ zufolge liegt die Rate der stofflichen Verwertung bei 57%, bei dem gesamten Aufkommen von Kunststoffverpackungen ist diese nur bei 26%. (Wirtschaftskammer Österreich, 2017)

### **Französische Bewertung:**

Recyclingfähig

Flaschen waren vor dem Beginn der Einführung der erweiterten Sortieranweisung die einzigen Kunststoffverpackungen welche getrennt gesammelt werden sind. Die Recyclingrate von Kunststoffflaschen liegt derzeit (Stand 2019) bei 61%. (Citeo, 2019b)

**Glasflasche**

Füllgut:

Kalorienfreies

Erfrischungsgetränk

mit

Zitronengeschmack

(kohlenensäurehaltig)

Füllmenge: 500ml



Abbildung 15 Prüfmuster Glasflasche

<b>Packmittel</b>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Hohlkörper</i>	✓ (Glas)		
<i>Verschluss</i>	✓ (Aluminium)		
<i>Etikett 2.3</i>	✓ (Papier)		
<i>Klebstoff</i>	✓ (wasserlöslich)		
<i>Etikett 2.4</i>	✓ (Papier)		
<i>Farbe</i>		✓ (hellblau)	

**Die Verpackung ist GUT recyclingfähig**

**Bewertung:**

Die ausgewählte Verpackung ist in Österreich gut recyclingfähig, da der Glaskörper aus Dreikomponenten-Verpackungsglas (Quarzsand, Soda, Kalk) besteht.

Glas wird in Österreich, getrennt nach Bunt- und Weißglas, in Altglassammelbehältern gesammelt. Die Recyclingrate liegt derzeit (stand 2017) bei 84,1%, der Werkstoff kann

nahezu unendlich oft rezykliert werden. Zu bedenken gilt es, dass die Herstellung von Glas sehr energieintensiv ist, jedoch durch den Einsatz von Altglas als Sekundärmaterial der Energieaufwand vermindert werden kann.

**Französische Bewertung:**

Recyclingfähig

Bunt- sowie Weißglas werden in Frankreich gemeinsam in eigenen Containern gesammelt. Die Recyclingquote von Glas liegt in Frankreich bei 85%. (CITEO)

**Aluminiumdose**

Füllgut: Bio-  
Erfrischungsgetränk  
mit Pflanzenextrakten  
und natürlichem  
Koffein.  
Kohlensäurehaltig  
Füllmenge: 330ml



Abbildung 16 Prüfmuster Aluminiumdose

<b>Packmittel</b>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Hohlkörper</i>	✓ (Aluminium)		
<i>Verschluss</i>	✓ (Stay on Tab, Aluminium)		
<i>Druck</i>	✓ (direkte Bedruckung)		

**Die Verpackung ist GUT recyclingfähig**

**Bewertung:**

In Österreich werden Aluminiumdosen entweder gemeinsam mit Kunststoffhohlkörpern und Getränkeverbundkartons im gelben Sack oder der gelben Tonne, beziehungsweise separat in der blauen Metalltonne gesammelt. In der Sortieranlage werden diese mithilfe von Wirbelstromabschneider oder maschinell aussortiert. 100% der gesammelten Aluminiumverpackungen können rezykliert werden. Die gesamte Recyclingrate von Aluminium in Österreich liegt bei 85%. (*Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2020, 2020*)

Die ausgewählte Dose erfüllt alle Kriterien der Circular-Design-Guideline um als gut recyclingfähig bewertet zu werden. Sowohl die Dose als auch der Stay on Tab

bestehen aus Aluminium, die Informationen auf der Verpackung sind mittels Direktdruck präsentiert.

**Französische Bewertung:**

Recyclingfähig

Aluminiumdosen werden in den meisten Regionen Frankreichs, bis 2022 in der gesamten Nation, gemeinsam mit Haushaltsverpackungen in der gelben Tonne gesammelt. Die Recyclingrate von Aluminium liegt aktuell bei 48% (Citeo, 2020b)

**Milchprodukte:**

**PS-Becher**

Füllgut: Joghurt 1%

Fett, aus

pasteurisierter Milch

Füllmenge: 500g



Abbildung 17 Prüfmuster PS-Becher

<i>Packmittel</i>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Hohlkörper</i>			✓ (PS)
<i>Verschluss</i>	✓ (Aluminium)		
<i>Druck</i>		✓ (direkte Bedruckung)	

**Die Verpackung ist NICHT recyclingfähig**

**Bewertung:**

Polystyrol wird in Österreich nicht stofflich recycelt, sondern thermisch verwertet, daher wird diese Verpackung als nicht recyclingfähig bewertet. Die Ellen MacArthur Foundation empfiehlt auf Kunststoffe zu verzichten welche nur in geringen Mengen auf dem Markt sind nicht, da für diese meistens keine Recyclingmöglichkeiten bestehen. (Ellen MacArthur Foundation, 2016) Einer Studie der Technischen Universität Wien zufolge liegt der Anteil von Polystyrolverpackungen in Österreich bei 3%, zum Vergleich bei PP sind es 14% (Van Eygen et al., 2017)

**Französische Bewertung:**

NICHT recyclingfähig

PS ist in Frankreich nur in ausgewählten Regionen recyclingfähig, zum gegebenen Zeitpunkt existiert kein nationaler Recyclingstrom. (*Recyclability of plastic pots and trays*, 2018)

**PP-Becher**

Füllgut: Joghurt 3,6%

Fett, aus

pasteurisierter Milch

Füllmenge: 500g



Abbildung 18 Prüfmuster PP-Becher

<b>Packmittel</b>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Hohlkörper</i>	✓ (PP)		
<i>Verschluss</i>	✓ (Aluminium)		
<i>Druck/Farbe</i>		✓ (Direktdruck)	

**Die Verpackung ist gut recyclingfähig**

**Bewertung:**

Polypropylen Hohlkörper werden in Österreich gemeinsam mit anderen Kunststoffleichtverpackungen im gelben Sack oder in der gelben Tonne gesammelt. Die ausgewählte Verpackung ist insofern positiv zu bewerten, da der Hohlkörper ausschließlich aus PP besteht und die Platine aus Aluminium. Weniger gut zu beurteilen ist die Direktbedruckung des Bechers, besser ist es die Informationen möglichst nur auf der Platine zu platzieren.

### **Französische Bewertung:**

NICHT bis teilweise recyclingfähig

Kunststoffbecher sind derzeit noch nicht in gesamt Frankreich recyclingfähig, da die erweiterte Sortieranweisung noch nicht in der gesamten Nation vollzogen worden ist. Es existiert ein PP-Strom jedoch werden in diesem nur Verpackungen eingeschleust, welche trockene Produkte beinhalten (z.B. Pralinschachteln). (*Recyclability of Plastic Packaging. Eco-Design for improved recycling*, 2016)

Bis 2022 werden Becher und Schalen aus PP in Frankreich recyclingfähig sein, Cotrep hat für Schalen und Becher aus PP bereits 2018 Designempfehlungen entworfen. (*Recyclability of plastic pots and trays*, 2018)

**Teigwaren:**

**PP-Schlauchbeutel**

Füllgut: Eierteigwaren

Füllmenge: 500g



Abbildung 19 Prüfmuster PP-Schlauchbeutel

<b>Packmittel</b>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Beutel</i>	✓		
<i>Druck/Farbe</i>	✓		
<i>Verschluss/Klebstoff</i>	Siegelnaht		

**Die Verpackung ist gut recyclingfähig**

**Bewertung:**

Kunststoffbeutel werden je nach Bundesland entweder im gelben Sack oder im Restmüll (Wien, Kärnten, Niederösterreich) energetisch verwertet. Einer Studie von ALPLA zufolge werden zwar 60% der flexiblen PP-Verpackungen gesammelt, jedoch liegt die stoffliche Verwertung bei lediglich 5%.

**Französische Bewertung:**

NICHT recyclingfähig

Derzeit werden nur in ausgewählten Regionen Frankreichs Folien und flexible Verpackungen ausschließlich aus LDPE sortiert. Bis 2022 wird diese Sortieranweisung auf die ganze Nation erweitert. Nach Angaben der Institution COTREP ist die Erweiterung für PP Folien und Verpackung ebenfalls geplant, aber nicht bis 2022 zu realisieren. (*Recyclability of Plastic Packaging. Eco-Design for improved recycling, 2016*)

**Papierschlauchbeutel**

Füllgut: Teigwaren

Füllmenge: 500g



Abbildung 20 Prüfmuster Papier-Schlauchbeutel

<b>Packmittel</b>	<b>Gut recyclingfähig</b>	<b>Weniger gut recyclingfähig</b>	<b>Schlecht recyclingfähig</b>
<i>Beutel</i>	✓ (Papier)		
<i>Druck/Farbe</i>	✓		
<i>Verschluss/Klebstoff</i>	✓ Siegelmaterial (<5 Gew.%)		
<b>Die Verpackung ist GUT recyclingfähig</b>			

**Bewertung:**

Der Papierbeutel ist gut recyclingfähig, da das Hauptpackmittel ausschließlich aus Papier von Nadel bzw. Laubbäumen besteht. Das Siegelmaterial, welches zum Verschließen der Verpackung benötigt wird beträgt unter 5 Gewichts% der Gesamtmasse und beeinträchtigt den Recyclingprozess somit nicht.

**Französische Bewertung:**

Recyclingfähig

Der Schlauchbeutel besteht aus > 95% aus Papier und ist daher auch in Frankreich gut recyclingfähig.

## Gesamt Ergebnis

In Tab. 7 sind die Ergebnisse der Bewertung der Recyclingfähigkeit anhand der Circular Packaging Design Guideline für Österreich als auch Frankreich (2020) aufgelistet. In der Spalte „Frankreich 2022“ ist zu sehen welche Verpackungen ab dem 2022 recyclingfähig sind, von da an gilt die erweiterte Sortieranweisung für gesamt Frankreich. Diese zeigt, dass es zu Veränderungen der Recyclingfähigkeiten der Verpackungen kommen wird z.B.: der PP-Becher derzeit noch nicht recyclingfähig ist, aber ab 2022 stofflich verwertet wird.

<b>Verpackung</b>	<b>Österreich</b>	<b>Frankreich</b>	<b>Frankreich 2022</b>
<i>PET-Flasche</i>	+	+	+
<i>Glasflasche</i>	+	+	+
<i>Aluminiumdose</i>	+	+	+
<i>PS-Becher</i>	-	-	~
<i>PP-Becher</i>	+	-	+
<i>PP-Beutel</i>	+	-	-
<i>Papierbeutel</i>	+	+	+
<b>+ recyclingfähig   - nicht recyclingfähig   ~ teilweise recyclingfähig</b>			

Tabelle 8 Ergebnisse Recyclingfähigkeit

## 8 Diskussion

Die Ergebnisse der Recherche zeigen, dass es innerhalb Europas deutliche Unterschiede in den Sammel- und Verwertungsstrukturen der einzelnen Länder gibt und dadurch die Recyclingfähigkeit von Lebensmittelverpackungen variiert. Empfehlungen für das Design von Verpackungen existieren zwar, aber diese sind zumeist nicht länderübergreifend anwendbar. Die fortschreitende Klimakrise erfordert gemeinsame und internationale Lösungen.

Betrachtet man die Ergebnisse der Recyclingfähigkeitsbewertung zeigt sich, dass der größte Teil der Verpackungen sowohl in Frankreich, als auch in Österreich stofflich verwertet wird, jedoch gerade im Kunststoffbereich in Frankreich Aufholbedarf herrscht.

Dieses Ergebnis ist nach der einleitenden Erhebung zu den Sammel- und Verwertungssystemen in Frankreich nicht überraschend. Die derzeit vorherrschende Sammelstruktur schließt gerade Kunststoffverpackungen (außer Flaschen) von der getrennten Sammlung aus. Die erweiterte Sortieranweisung wird es bis 2022 in Frankreich ermöglichen, dass alle Kunststoffverpackungen getrennt gesammelt werden können. Eine getrennte Sammlung bedeutet nicht, dass die Verpackung vollständig rezykliert werden kann. So ist es in Frankreich der Bevölkerung zwar möglich ab 2022 Kunststoffbeutel zu sortieren, diese werden jedoch nicht stofflich verwertet. Das Recycling von flexiblen Verpackungen ab 2022 ist nur für PE-Verpackungen vorgesehen (*Recyclability of Plastic Packaging. Eco-Design for improved recycling*, 2016). Der Sortierstrom für PS-Verpackungen ist aktuell noch Gegenstand von Untersuchungen, dabei ist zu berücksichtigen, dass französische Molkereien 70% ihrer Verpackungen aus PS herstellen.



Abbildung 21 Kunststoffbedarf im Verpackungssektor, verändert nach PlasticsEurope 2020

PS deckt nur 6,4% des gesamten Kunststoffbedarfs in den EU-Ländern, sowie in Norwegen und in der Schweiz ab (Plastics Europe, 2019). In Abb.8 ist der Einsatz von Kunststoffen im Verpackungssektor, nach Polymertypen sortiert, dargestellt. Der Anteil von Polystyrol ist auch in dieser Kategorie sehr gering. Bezugnehmend auf die vorhergehenden Erkenntnisse und die Empfehlung der EllenMcArthur Foundation bei zirkulären Verpackungsdesign auf selten verwendete Kunststoffe zu verzichten (Ellen MacArthur Foundation, 2016), ist der Ausbau eines PS-Stroms in Frankreich kritisch zu betrachten. International agierenden Hersteller\*innen ist es zu empfehlen, die Verwendung von PP gegenüber PS als Hauptpackmittel bei Joghurtbechern zu priorisieren, da PP sowohl in Österreich, als auch in Frankreich recycelt werden kann. In der Produktgruppe Getränke zeigt sich ein einheitliches Bild, die Glasflasche, die PET-Flasche, sowie die Aluminiumdose zählen in Frankreich als auch in Österreich zu recyclebaren Verpackungen. Bei der Wahl von Getränkeverpackungen ist es für internationale Hersteller\*innen daher von besonderer Bedeutung die Ökobilanzierung der Verpackung in die Überlegungen miteinzubeziehen. Die Ergebnisse der LCA zeigen, dass es gerade in dieser Produktgruppe große Unterschiede zwischen den einzelnen Verpackungen gibt.

Die aus der LCA generierten Daten spiegeln die ökologischen Auswirkungen von unterschiedlichen Verpackungsmaterialien wider. Die Ergebnisse entsprechen den Erwartungen und sind in einer Linie mit bereits durchgeführten Ökobilanzierungen, welche eine ähnliche Thematik untersuchen. Einzig die Werte für die Teigwarenverpackungen sind überraschend, in allen Wirkungskategorien schneidet der Papierschlauchbeutel ebenso gut oder sogar deutlich schlechter ab wie die Alternative aus Polypropylen. Besonders erstaunlich ist der Wert der photochemischen Ozonbildung, hier erreicht die Papierverpackung einen mehr als zehnmal so hohen Wert wie die PP-Verpackung. Die hohen Werte in dieser Wirkungskategorie können teilweise mit einem natürlichen auftretenden Phänomen erklärt werden. Nadel- und Laubbäume stoßen als Signalstoff Isopren, eine flüchtige organische Verbindung, teilweise in großen Mengen aus. Trifft diese flüchtige Verbindung in der Troposphäre auf Stickoxide (welche vermehrt aus Verkehr und Industrie kommen), erhöht diese Reaktion die Bildung von bodennahem Ozon. (Monson et al., 2020)

Eine 2015 von Dahlgren et. al durchgeführte Ökobilanzierung im Auftrag von BillerudKorsnäs, in der eine Gegenüberstellung von Teigwarenverpackungen aus Kunststoff sowie Papier durchgeführt wurde, kommt zu anderen Ergebnissen. (Dahlgren et al., 2015) Bei dieser Studie wurde ebenfalls die Ökobilanz eines Papierschlauchbeutels von BillerudKorsnäs, mit jener einer herkömmlichen Kunststoffverpackung für Teigwaren verglichen. Zu berücksichtigen ist einerseits das geringere Gewicht des Papierschlauchbeutels in der Studie von Dahlgren et. Al, welcher nur 7,2g wiegt, beinahe die Hälfte des in der vorliegenden Arbeit verwendeten Papierbeutels (12,3g) und andererseits ist in der Dahlgren et. Al – Studie eine vollständige Ökobilanzierung durchgeführt worden, welche detailreichere Ergebnisse liefert, als die Streamline LCA dieser Arbeit.

In der Studie von Dahlgren et. al weist die Papierverpackung in der Wirkungskategorie Klimawandel eine deutlich geringere CO<sub>2</sub>- Emissionsrate auf, als jene aus Kunststoff. Die Ökobilanzierung hat gezeigt, dass der Transport der Papierverpackungen unökologischer ist, da diese ein größeres Volumen und ein höheres Gewicht als die Kunststoffverpackung aufweisen und nicht so effizient gepackt werden können (weniger Stückzahl pro Transport). Außerdem ist die Emissionsrate bei der Produktion der Papierverpackung höher. Nichtsdestotrotz liegt die Teigwarenverpackung aus Papier in der gesamten Betrachtung beträchtlich vor jener aus Kunststoff, vor allem, weil die Produktion der Primärstoffe bei Kunststoff deutlich größere Auswirkungen auf die Umwelt hat. (Dahlgren et al., 2015) Kritisch zu hinterfragen ist, dass die Studie im Auftrag von dem Unternehmen BillerudKorsnäs durchgeführt worden ist, welches vermutlich vornehmlich an einer positiven Bewertung der eigenen Produkte interessiert ist.

Die Innovation der untersuchten Papierverpackung beruht auf dem Material und der Verarbeitung. Das neu entwickelte Papier (Axello<sup>®</sup> ZAP Papier) von BillerudKorsnäs, kann mit der PME-ZAP Schlauchbeutelmaschine von BOSCH<sup>®</sup> zu einer gesiegelten Papierverpackung verarbeitet werden. Der Kunststoffanteil liegt bei der Siegelschicht bei < 5%, dadurch ist es möglich die gesamte Verpackung als Papier zu verwerten. Ein Sortier- sowie Recyclingstrom für Papier ist in Österreich, Frankreich, sowie in allen Ländern der EU vorhanden.

In der Produktgruppe Getränke ist klar ersichtlich, dass PET-Flaschen gegenüber Aluminiumdosen sowie Glasflaschen (Einweg) in Frankreich sowie in Österreich

deutlich positiver zu bewerten sind. Die PET-Flasche sticht in jeder Wirkungskategorie mit deutlich niedrigeren Werten als die Alternativen aus Glas und Aluminium heraus. Ähnliche Ergebnisse sind auch in der Studie von c7-Consult und ALPLA für den österreichischen Markt zu sehen. Hier wurden diverse Getränkegebinde (mehrere Kunststoffflaschen, sowie Gebinde aus Aluminium und Glas) für unterschiedlichen Gebrauch vollständig ökobilanziert und in sieben Wirkungskategorien miteinander verglichen (Fehringer, 2019). In der Studie von ALPLA liegen PET-Flaschen in beinahe allen Wirkungskategorien immer an erster Stelle, Glasflaschen (EW) hingegen immer an letzter. Das ökologischste Gebinde für Mineralwasser ist die PET-Mehrwegflasche, welche je nach Anteil von Rezyklat 69-72 g CO<sub>2</sub> – Äquivalente produziert, die Glaseinwegflasche hingegen 324g. Für kohlenensäurehaltige Softdrinks wurde auch eine Aluminiumdose ökobilanziert. Hier zeigt sich in der Wirkungskategorie Klimawandel, dass die PET-Flasche mit 59-80 CO<sub>2</sub> - Äquivalenten erneut die günstigste Verpackung ist. Die Aluminiumdose ist mit 105 g CO<sub>2</sub> – Äquivalenten gegenüber der Glaseinwegflasche mit 274 g CO<sub>2</sub> – Äquivalenten die umweltfreundlichere Alternative, trotzdem liegen beide weit hinter der PET-Flasche. In den beiden diskutierten Arbeiten ist trotz unterschiedlicher Ergebnisse ein Trend zu erkennen. PET-Flaschen (MW/EW), vorzugsweise mit erhöhten Rezyklatanteil schneiden in den diversen Kategorien immer am besten ab, Glaseinwegflaschen am schlechtesten. Dieses Ergebnis ist insofern interessant, da eine 2018 durchgeführte Kundenbefragung von PWC festgestellt hat, dass 81% der befragten Konsument\*innen weitgehend auf Kunststoff bei Verpackungen verzichten möchten (Bovensiepen et al., 2018). Hier gilt es noch Bewusstsein in der Bevölkerung zu schaffen, für die Unterscheidung von tatsächlich nachhaltigen Verpackungen und jenen die nur den Eindruck von einer geringen Klimaauswirkung vermitteln.

Die unterschiedlichen ökologischen Auswirkungen, Differenzen in der Recyclingfähigkeit, sowie die bevorstehende Erhöhung der Recyclingraten in der EU stellen Lebensmittelhersteller\*innen bei der Wahl der optimalen Verpackung vor zusätzliche Herausforderungen. Guidelines wie jene aus Österreich oder Frankreich geben den Produzent\*innen eine Hilfestellung, wie Verpackungen recyclingfähig gestaltet werden können, jedoch sind diese Empfehlungen zumeist nur national anwendbar. International agierende Unternehmen sollten für ein nachhaltiges Wirtschaften jedoch Verpackungssysteme entwickeln, welche in mehreren Ländern

verwertet werden können. Kriterien bzw. Leitlinien welche international gelten sollen, erfordern eine Harmonisierung der Verwertungsstrukturen. Zumindest muss gewährleistet werden, dass in jedem Land dieselben Recyclingströme vorhanden sind, nur so können gemeinsame Empfehlungen sinnvoll abgegeben werden. Darüber hinaus sollten Strukturen und ein Markt geschaffen werden, um die neu gewonnen Sekundärmaterialien zu verarbeiten. Solange es keine EU-weit einheitlichen Leitlinien gibt, müssen sich Unternehmen nach allgemeinen Empfehlungen für nachhaltige und recyclingfähige Verpackungen richten. In Deutschland und Österreich können sich Produzent\*innen für Verpackungen, die in beiden Ländern in Verkehr gebracht werden, an die Kriterien der Circular Packaging Guideline halten.

Für internationale Hersteller\*innen können die folgenden Kriterien ein Leitfaden für die Erstellung von recyclingfähigen Verpackungen sein:

- Vier Designprinzipien für nachhaltige Verpackungen von Verghese, 2012
- Wiederverwendung der Verpackung ermöglichen
- Vermeiden von seltenen Kunststoffen
- Einsatz von Monomaterialien

Wie oben angeführt ist es in Zukunft unbedingt erforderlich den Einsatz von wiederverwendbaren Verpackungen, sowie ein erhöhter Rezyklatanteil bei Materialien zu forcieren. Diese Maßnahmen ermöglichen einen längeren Verbleib der Verpackung und der Materialien in einem Kreislauf und führen zu einer Verminderung des Einsatzes von emissionsreichen Primärrohstoffen. In Österreich ist im September 2020 vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie ein Drei-Punkte-Plan für die Reduktion von „Plastik-Müll“ veröffentlicht worden. Dieser enthält für 2023 eine verpflichtende Mehrwegquote für Getränkeflaschen. Es müssen 2023 mindesten 25% der verkauften Flaschen Mehrwegverpackungen sein, der Anteil soll 2025 bei 40% liegen und bis 2030 auf 55% steigen. Darüber hinaus ist ein Pfandsystem für Einwegflaschen vorgesehen, dadurch soll gewährleistet werden, dass Kunststoffflaschen zu einem höheren Anteil stofflich verwertet werden und nicht einfach im Restmüll landen. Der dritte Punkt des Plans behandelt die erweiterte Herstellerverantwortung, es sollen durchschnittlich 80cent pro in Verkehr gebrachter Kunststoffverpackung von Produzenten\*innen und

Importeuren\*innen verlangt werden. Die Abgabe kann angepasst werden, sofern die Verpackungen ökologischen Kriterien entsprechen, d.h. einen hohen Anteil an Rezyklat aufweist oder besonders recyclingfähig ist.

Die Empfehlungen beruhen unter anderem auf der Studie „Möglichkeiten zur Umsetzung der EU-Vorgaben betreffend Getränkegebinde, Pfandsysteme und Mehrweg“ des Technischen Büros Hauer, der Universität für Bodenkultur und der Montanuniversität Leoben, welche aufzeigen konnte, dass ein Pfandsystem bei Getränkeflaschen die effizienteste Methode zur Einhaltung der EU-Vorgaben ist. (Hauer et al., 2020)

Bestrebungen für erhöhte Mehrwegquoten und Pfandsysteme gibt es auch in Frankreich. Das im Februar 2020 erlassene Gesetz „Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire“ sieht vor ein Pfandsystem für Getränkeflaschen aus Kunststoff zu errichten, wenn bis 2022 keine wesentliche Verbesserung der Sortier- und Sammelquote bei Getränkeflaschen erreicht wird.

Pfandsysteme, zirkulär gestaltete Verpackungen und verpflichtende Mehrwegquoten sind unterschiedliche Maßnahmen um das gemeinsame Ziel zu erreichen, die EU-Vorgaben des Kreislaufwirtschaftspaketes zu erfüllen. Der Wandel in Politik und Wirtschaft hat zwar schon spürbar begonnen, jedoch sprechen die Zahlen für sich und es muss mit mehr Druck daran gearbeitet werden, die Quoten zu erreichen. Eine hohe stoffliche Verwertung erfordert einen Ausbau der Verwertungsstrukturen, als auch ein zielgerechtes Design der Verpackungen. Dabei ist die kooperative Zusammenarbeit von Staat und Industrie ein unumgänglicher Faktor zur Erreichung der geforderten Recyclingziele.

## 9 Conclusio und Ausblick

Die Dringlichkeit der Thematik ist medial allgegenwärtig, wo einst noch von Klimawandel gesprochen worden ist, wird nun eine Klimakrise beschrieben, von der der gesamte Planet betroffen ist. Verpackungen die aufgrund ihrer ökologischen Auswirkungen immer wieder in die Kritik geraten, sollen nicht vom Markt eliminiert, sondern neu entworfen werden, um eine internationale und verbesserte Recyclingfähigkeit zu erlangen. Die neuen Recyclingraten der RL 2018/852 werden in fünf Jahren schon schlagend, die derzeitigen Quoten, vor allem nach der neuen Berechnungsmethode der RL 2019/1004, sind in Frankreich sowie in Österreich besonders im Kunststoffbereich noch weit vom Ziel entfernt. Insgesamt müssen bis 2025, 65 Gewichtsprozent aller Verpackungen recyclingfähig sein, bis 2030 schon 70 Prozent (RL 2018/852, 2018). Für Hersteller\*innen bedeutet das einerseits Verpackungen nach gängigen Prinzipien des zirkulären Designs zu gestalten, sowie auch weiterhin nach neuen Möglichkeiten der Materialnutzung zu forschen. Das Erfüllen von Recyclingzielen mithilfe von zirkulär gestalteten Verpackungen soll die Forschung keinesfalls im Fortschritt behindern. Neue Technologien (z.B. biobasierte und bioabbaubare Kunststoffe) können die ökologischen Auswirkungen deutlich minimieren und müssen daher unbedingt in die Betrachtung eines nachhaltigen Verpackungsdesigns miteinbezogen werden.

Für zukünftige Studien wäre es interessant die Sammel- und Verwertungsstrukturen mehrerer Länder zu analysieren und miteinander zu vergleichen, um eine internationale Leitlinie für das recyclingfähige Design von Verpackungen zu erarbeiten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Circular Packaging Design Guideline für Länder die eine ähnliche Verwertungsstruktur wie Österreich oder Deutschland haben bereits angewendet werden kann. Nur eine gemeinsame europäische Lösung kann dazu führen die Umweltbelastungen, welche durch nicht recyclingfähige Verpackungen entstehen zu minimieren.

Trotz aller ökologischen Nachteile von Lebensmittelverpackungen, darf dabei nicht vergessen werden welcher wertvollen Beitrag diese zur Lebensmittelsicherheit leisten. Der Einsatz von produktgerechten Verpackungen reduziert Lebensmittelverluste und minimiert damit in weiterer Folge negative ökologische Auswirkungen. Das wichtigste Ziel sollte für Hersteller\*innen sein, funktionsfähige und sichere Verpackungen zu produzieren, welche aufgrund einer sinnvollen Materialauswahl eine optimale Recyclingfähigkeit aufweisen.

## 10 Kurzfassung

Globalisierung, soziale sowie gesellschaftliche Veränderungen führen zu einem stetigen Anstieg von Verpackungsmüll in Europa. Die EU ist mit Herausforderungen im Umweltbereich von noch nie dagewesener Größe konfrontiert und wird ohne die dringend erforderliche Umsetzung von Maßnahmen die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft nicht schaffen. 2025 müssen 65 Gewichtsprozent aller Verpackung recycelt werden, insbesondere im Kunststoffbereich ist aktuell noch eine große Lücke zu füllen, da der Anteil an recycelten Kunststoffverpackungen bis 2025 bei 50% liegen soll. Derzeit ist dieser in Österreich bei knapp 25%, in anderen Mitgliedstaaten zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Die Zusammenarbeit von Staat und Industrie ist ein unumgänglicher Faktor um die Recyclingziele zu erfüllen. Internationale Hersteller\*innen müssen demnach gezielt Verpackungen produzieren welche in möglichst vielen Ländern recyclingfähig sind, dafür muss gleichermaßen die Verwertungsinfrastruktur geschaffen werden

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es die Unterschiede in der Recyclingfähigkeit und der ökologischen Auswirkungen von ein und derselben Verpackung in verschiedenen Ländern aufzuzeigen (vergleichend werden in dieser Arbeit Österreich und Frankreich herangezogen). Im Anschluss an eine einleitende Literaturrecherche erfolgt die Bewertung der Recyclingfähigkeit, sowie eine Streamline Ökobilanzierung von sieben Verpackungen aus drei Lebensmittelproduktgruppen für Österreich und Frankreich. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere Verpackungen aus Kunststoff nicht international recyclingfähig sind und es in Frankreich zu einer geringeren stofflichen Verwertung kommt als in Österreich. Dies ist u.a. auf die nicht harmonisierten Empfehlungen für recyclingfähige Verpackungen zurückzuführen, welche sich in Österreich und Frankreich unterscheiden. Für die Erfüllung EU-weit geltender Recyclingquoten für Verpackungen, muss es auch zu international einheitlichen Empfehlungen für recyclingfähiges Design kommen.

## 11 Abstract

As a result of changing social habits and the ongoing globalization, packaging waste in Europe is rising constantly. The European Union is facing environmental challenges of unprecedented magnitude and urgency. Without immediate actions, the transformation from a linear economy to a circular economy will not be possible. The recycling rates for packaging have to rise as twice as much from where they are now. The EU – target for 2025 for plastic packaging is 50%, Austria's recycling rate is around 25%, and in most of the European countries, the situation is similar.

The aim of this survey is to examine the recyclability and sustainability of packaging in France as well as in Austria. In this thesis seven different packaging systems were chosen to analyse more closely. Certain packaging was selected and studies on their recyclability and the environmental impact, which is calculated with a streamline LCA. The results show, that the recyclability of the same packaging is not equal in both countries; especially plastic packaging are differently good recyclable. In further studies, the possibility of an international guideline for recyclable packaging should be examined, hence France and Austria provide different recommendations in this field.

## 12 Literaturverzeichnis

Adelphe. (o. J.). *Notre histoire | Adelphe*. Abgerufen 29. März 2020, von

<https://www.adelphe.fr/mieux-nous-connaître/notre-histoire.html>

Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie (Hrsg.). (2015). *TRIMAN- Unified Recycling Signage and Marking System*.

[https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/user\\_s-handbook-triman.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/user_s-handbook-triman.pdf)

Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie. (2016). *Extended Producer Responsibility Chains—Panorama. 2015 Edition* (S. 28) [Broschüre].

[https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/010008\\_rep\\_panorama2015\\_ven.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/010008_rep_panorama2015_ven.pdf)

Altstoff Recycling Austria AG. (2019). *Rohstoff-Kunststoff*.

[https://www.ara.at/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Kunststoffbroschuere/ARA\\_Kunststoffbroschuere.pdf](https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Kunststoffbroschuere/ARA_Kunststoffbroschuere.pdf)

Baumast, A., Pape, J., & Weihofen, S. (2019). *Betriebliche Nachhaltigkeitsleistung messen und steuern* (S. Wellge, Hrsg.). Eugen Ulmer.

Bienz, S., Bigler, L., Fox, T., & Meier, H. (2016). *Spektroskopische Methoden in der organische Chemie*. Georg Thieme.

Bovensiepen, G., Fink, H., Schnücker, P., Rumpff, S., & Raimund, S. (2018). *Verpackung im Fokus- Die Rolle von Circular Economy auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit*.

Bundesgesetz über Sicherheitsanforderungen und weitere Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel zum Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher, (2006).

Carlowitz, H. C. (2012). *Sylvicultura oeconomica- Hausswirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baumzucht* Faksimile der Erstaufgabe  
*Leipzig 1713*. Kessel.

Citeo. (2018). *La France de l'economie circulaire-Le guide*. Citeo.

Citeo. (2019a). *The 2020 rate for recycling of household packaging—The guide* (S. 36).

Citeo.

[https://bo.citeo.com/sites/default/files/inside\\_wysiwyg\\_files/20191209\\_Citeo\\_2020%20rate\\_the%20guide%2016%20dec.pdf](https://bo.citeo.com/sites/default/files/inside_wysiwyg_files/20191209_Citeo_2020%20rate_the%20guide%2016%20dec.pdf)

Citeo. (2019b). *Tri et recyclage des bouteilles en plastique: On fait le point !*

<https://www.citeo.com/le-mag/infographie-tri-et-recyclage-des-bouteilles-en-plastique-fait-le-point/>

Citeo. (2020a). *Chiffres clés du recyclage des emballages ménagers en 2019*. Les chiffres du recyclage en France. <https://www.citeo.com/le-mag/les-chiffres-du-recyclage-en-france/>

Citeo. (2020b, August 27). *Tri et recyclage des emballages en aluminium: On fait le point*.

<https://www.citeo.com/le-mag/infographie-tri-et-recyclage-des-emballages-en-aluminium-fait-le-point/>

Comite Technique pour le Recyclage des Emballages Plastique (COTREP) (Hrsg.).

(2016). *Recyclability of Plastic Packaging. Eco-Design for improved recycling* [Leitlinie]. Cotrep.

<https://www.cotrep.fr/content/uploads/sites/3/2019/02/cotrep-guidelines-recyclability.pdf>

Comite Technique pour le Recyclage des Emballages Plastique (COTREP) (Hrsg.).

(2018). *Recyclability of plastic pots and trays*. Comite Technique pour le recyclage des emballages plastiques.

<https://www.cotrep.fr/content/uploads/sites/3/2019/04/cotrep-trays-recyclability-dec-2018-vf-en.pdf>

Cour de Comptes. (2017). *Rapport public annuel 2017* (S. 68).

Dahlgren, L., Stripple, H., & Oliveira, F. (2015). *Life cycle assessment—Comparative study of virgin fibre based packaging products with competing plastic materials*. Swedish Environmental Research Institute.

Décret n° 98-638 du 20 juillet 1998 relatif à la prise en compte des exigences liées à l'environnement dans la conception et la fabrication des emballages, 98-638 (1998).

Décret n° 2014-1577 du 23 décembre 2014 relatif à la signalétique commune des produits recyclables qui relèvent d'une consigne de tri, 2014-1577 (2015).

Douard, P., Campana, M., Fournel, J., Fareniaux, B., Chapelle, M.-C., & Bazin, P. (2014). *Mission d'évaluation de politique publique La gestion des déchets par les collectivités territoriales* (S. 534).

Eberle, U., Jepsen, D., Volz, S., Ausberg, L., & Reintjes, N. (2015a). *Eco Design Kit: B 2.4 Datenbanken* (Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hrsg.).

Eberle, U., Jepsen, D., Volz, S., Ausberg, L., & Reintjes, N. (2015b). *Eco-Design Kit: B 2.1 Die Ökobilanz* (Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hrsg.).

[https://www.ecodesignkit.de/fileadmin/user\\_upload/Dateien/PDFs\\_Themenpa-piere/EcodesignKit\\_B2\\_1\\_Die\\_Oekobilanz\\_n.pdf](https://www.ecodesignkit.de/fileadmin/user_upload/Dateien/PDFs_Themenpa-piere/EcodesignKit_B2_1_Die_Oekobilanz_n.pdf)

Eisenriegler, S. (Hrsg.). (2020). *Kreislaufwirtschaft in der EU- Eine Zwischenbilanz*. Springer Gabler.

Ellen MacArthur Foundation (Hrsg.). (2013). *Towards the Circular Economy*.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>

- Ellen MacArthur Foundation (Hrsg.). (2016). *The New Plastics Economy. Rethinking the future of plastics & catalysing actions.*
- [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation\\_TheNewPlasticsEconomy\\_Pages.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf)
- Europäische Kommission. (2015). *MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS-UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN. Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft.* Europäische Kommission.
- Europäische Kommission. (2019a). *Der europäische Grüne Deal.* Europäische Kommission.
- Europäische Kommission. (2019b). *REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on the implementation of the Circular Economy Action Plan.*
- European Commission. (2020). *Circular Economy Action Plan- for a cleaner and more competitive Europe.*
- Fehringer, R. (2019). *Ökobilanz für Gebinde aus PET und anderen Materialien.*
- [file:///C:/Users/charl/AppData/Local/Temp/ALPLA%20LCA%20Packaging%20Report%20und%20Review%20\(1.0\).pdf](file:///C:/Users/charl/AppData/Local/Temp/ALPLA%20LCA%20Packaging%20Report%20und%20Review%20(1.0).pdf)
- FH Campus Wien. (2019). *Circular Packaging Design Guideline—Empfehlungen für recyclinggerechte Verpackungen.* FH Campus Wien.
- Fifield, B., & Medkova, K. (2016). *Circular Design—Design for Circular Economy.* *Lahti CleanTech Annual Review.*

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). *Global food losses and food waste- Extent, causes and prevention*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *SAFA-Guidelines. Version 3.0* (S. 267).
- Frischknecht, R. (2020). *Lehrbuch der Ökobilanzierung*. Springer Spektrum.  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-54763-2>
- Frischknecht, R., Jungbluth, N., Althaus, H.-J., Doka, G., Dones, R., Heck, T., Hellweg, S., Hirschler, R., Nemecek, T., Rebitzer, G., & Spielmann, M. (2004, Oktober 22). The ecoinvent Database: Overview and Methodological Framework. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. <https://doi.org/10.1065/lca2004.10.181.1>
- Gao, T., Qing, L., & Wang, J. (2014). A comparative study of carbon footprint and assessment standards. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 9.  
<https://doi.org/10.1093/ijlct/ctt041>
- Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung, & denkstatt. (2018). *Nutzen von Verpackungen: „Verpackungen nutzen- auch in ökologischer Hinsicht“*. Arbeitsgemeinschaft Verpackung und Umwelt. <https://www.agvu.de/wp-content/uploads/2018/09/Verpackungen-nutzen-auch-in-%C3%B6kologischer-Hinsicht.pdf>
- Hauer, W., Merstallinger, M., Allesch, A., Happenhofer, A., Huber-Humer, M., Obersteiner, G., & Wellacher, M. (2020). *Möglichkeiten zur Umsetzung der EU-Vorgaben betreffend Getränkebinde, Pfandsysteme und Mehrweg*.
- Heinrichs, H., & Michelsen, G. (2014). *Nachhaltigkeitswissenschaften*. Springer Spektrum.
- Klöpffer, W., & Grahl, B. (2009). *Ökobilanz (LCA)—Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf*. WILEY-VCH.

Koerber, K., Männle, T., & Leitzmann, C. (2012). *Vollwert-Ernährung* (11. Auflage). Karl F. Haug Verlag.

*Lebensmittel – Verpackungen – Nachhaltigkeit: Ein Leitfaden für Verpackungshersteller, Lebensmittelverarbeiter, Handel, Politik & NGOs. Entstanden aus den Ergebnissen des Forschungsprojekts „STOP waste – SAVE food“.* (2020).

Lindhqvist, T. (2000). *Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principle to Promote Environmental Improvements of Product Systems* [IIIEE, Lund University]. [https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/extended-producer-responsibility-in-cleaner-production-policy-principle-to-promote-environmental-improvements-of-product-systems\(e43c538b-edb3-4912-9f7a-0b241e84262f\)/export.html](https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/extended-producer-responsibility-in-cleaner-production-policy-principle-to-promote-environmental-improvements-of-product-systems(e43c538b-edb3-4912-9f7a-0b241e84262f)/export.html)

Littig, B., & Griesler, E. (2004). *Soziale Nachhaltigkeit*. Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien.

Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux.

LOI n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, 2020-105 (2020).

Martin, C., Bürkle, D., & Eiblmaier, M. (2001). *Kreislaufwirtschaft*. Lexikon der Geographie.

<https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/kreislaufwirtschaft/4404>

Maschkowski, G. (2020). Planetary Health Diet- Herausforderung und Chance für eine nachhaltige Transformation unseres Ernährungssystem. *Ernährung im Fokus*, 14–21.

Meinhold, K. (2011). Der ökologische Fußabdruck. *Ernährung im Fokus*, 1.

Ministry for an Ecological and Solidary Transition. (2018). *Roadmap for the Circular Economy*.

Monson, R., Winkler, B., Rosenstiel, T., Block, K., Merl-Pharm, J., Strauss, S., Ault, K., Bernhardt, J., & Schnitzler, J.-P. (2020). High productivity in hybrid-poplar plantations without isoprene emission to the atmosphere. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912327117>

Müller, F., Kohlmeyer, R., Krüger, F., Kosmol, J., Krause, S., Dorer, C., & Röhreich, M. (2020). *Leitsätze einer Kreislaufwirtschaft*.

Nissinen, A., Suikkanen, J., & Salo, H. (2019). *Product Environmental Information and Product Policies*. Nordic Council of Ministers. <https://doi.org/10.6027/tn2019-549>

OECD. (2016). *Extended Producer Responsibility: Updated Guidance for Efficient Waste Management*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264256385-en>

Ordonnance n° 2000-914 du 18 septembre 2000 relative à la partie Législative du code de l'environnement.

Plastics Europe. (2019). *Plastics- The Facts 2019*.  
[https://www.plasticseurope.org/application/files/6015/7908/8734/Plastics\\_the\\_facts\\_2019.pdf](https://www.plasticseurope.org/application/files/6015/7908/8734/Plastics_the_facts_2019.pdf)

Pufé, I. (2017). *Nachhaltigkeit*. UVK Verlagsgesellschaft.

Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle, 14 (1994).

Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, (2008).  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=DE>

Richtlinie 2018/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle, 14 (2018).

Schneider, K., Hoffmann, I., & Leitzmann, C. (2012). Ernährungsökologie- Komplexen Herausforderungen integrativ begegnen. *Spiegel der Forschung*, 44–53.

Sustainable Food Systems Society GmbH (sfs), & Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) (Hrsg.). (2017). *SMART - Nachhaltigkeitsbewertung im Agrar- und Lebensmittelsektor*.

[https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/themen/nachhaltigkeitsanalyse/smart/20170819\\_SMART-Infobroschuere\\_DE\\_MedQuality.pdf](https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/themen/nachhaltigkeitsanalyse/smart/20170819_SMART-Infobroschuere_DE_MedQuality.pdf)

undesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.). (2020). *Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2020*.

Van Eygen, E., Feketisch, J., Laner, D., Rechberger, H., & Fellner, J. (2017). Comprehensive analysis and quantification of national plastic flows: The case of Austria. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 183–194.

Van Eygen, E., Laner, D., & Fellner, J. (2018). Circular economy of plastic packaging: Current practice and perspectives in Austria. *Waste Management*, 72, 55–64.

Vereinte Nationen für Umwelt und Entwicklung. (1992). *AGENDA 21*.

[https://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda\\_21.pdf](https://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf)

Verghese, K., Lewis, H., & Fitzpatrick, L. (2012). *Packaging for Sustainability*. Springer.

Wiedman, T., & Minx, J. (2008). A Definition of Carbon Footprint. In *Ecological Economics Research Trends*. Nova Science Publishers.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.467.6821&rep=rep1&type=pdf>

Wirtschaftskammer Österreich. (2017). *Nachhaltigkeitsagenda der Österreichischen Getränkewirtschaft*.

<https://www.wko.at/service/netzwerke/umsetzungsbericht-nachhaltigkeitsagenda-2018.pdf>

Wirtschaftslexikon Gabler, E. (2018). CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. In *Gabler Lexikon*.

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/co2-fussabdruck-52300/version-275440>

World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World*

*Commission on Environment and Development: Our Common Future*.

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Zach, C., Niles, M. T., Neher, D. A., Roy, E. D., Tichenor, N. E., & Jahns, L. (2018).

Relationship Between Food Waste, Diet Quality, and Environmental

Sustainability. *PloS one*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195405>

# 13 Anhang

## Untersuchte Verpackungssysteme

### - Vöslauer PET-Flasche

- 1.1 Hohlkörper
- 1.2 Verschlusskappe
- 1.3 Etikettschleife
- 1.4 Etikett

### - Vöslauer Glasflasche

- 2.1 Glaskörper
- 2.2 Verschlusskappe
- 2.3 Etikett
- 2.4 Etikett

### - NÖM Joghurtbecher (PS)

- 3.1 Becher
- 3.2 Aluplatine

### - NÖM Joghurtbecher (PP)

- 4.1 Becher
- 4.2 Aluplatine

### - Wolf Kunststoff-Nudelbeutel

- 5.1 Beutel

### - Wolf Papier-Nudelbeutel

- 6.1 Beutel

### - RedBull Aluminiumdose

- 7.1 Dose
- 7.2 Stay On Tab

## Physikalische Messung (Gewicht)

### Getränke:

<i>Objektnummer</i>	<i>Packmittel</i>	<i>Hauptpackmittel- Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>	<i>Hilfspackmittel</i>	<i>Hilfspackmittel - Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>
<b>1.1</b>	Hohlkörper	PET	15,14	Verschluss	PE	2,914
<b>2.1</b>	Glaskörper	Glas	383,34	Verschluss	Aluminium	1,356

<i>Objektnummer</i>	<i>Packmittel</i>	<i>Etikett 1 Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>	<i>Etikett 2 - Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>
<b>1.1</b>	Verschluss	PP	0,2713	PE	0,0533
<b>1.2</b>	Etikett	Papier	0,3701	Papier	0,2758

<i>Objektnummer</i>	<i>Packmittel</i>	<i>Hauptpackmittel- Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>	<i>Hilfspackmittel</i>	<i>Hilfspackmittel- Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>
<b>7.1</b>	Dose	Aluminium	11,5066	Stay on Tab	Aluminium	0,334

### Milchprodukte:

<i>Objektnummer</i>	<i>Packmittel</i>	<i>Hauptpackmittel- Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>	<i>Hilfspackmittel</i>	<i>Hilfspackmittel- Material</i>	<i>Gewicht (Gramm)</i>
<b>3.1</b>	Becher	PS	14,658	Aluplatine	Aluminium	0,834
<b>4.1</b>	Becher	PP	13,0082	Aluplatine	Aluminium	0,820

**Teigwaren:**

*Objektnummer Packmittel Hauptpackmittel-Material Gewicht in Gramm*

<b>5.1</b>	Beutel	PP	4,7265
<b>6.1</b>	Papier	Papier	12.299

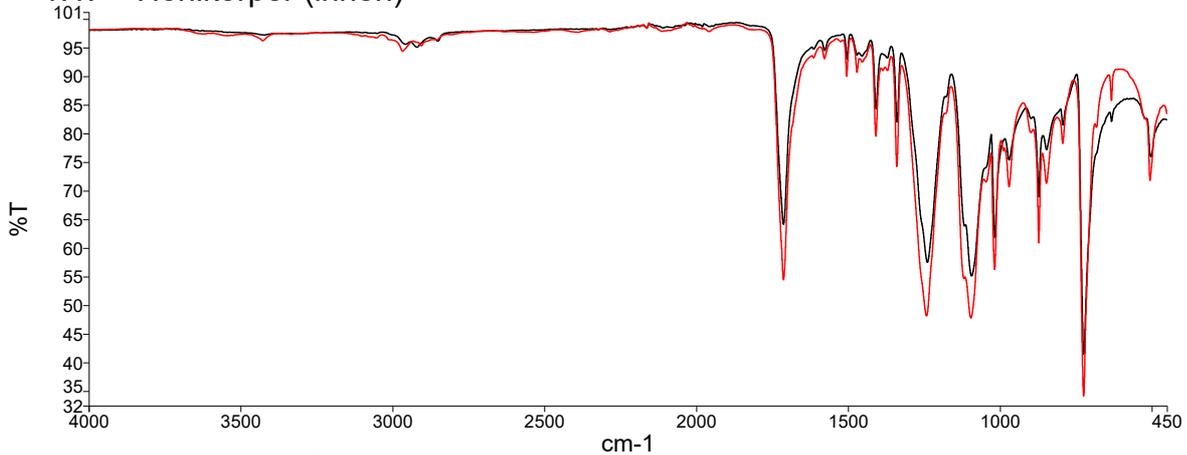
# Ergebnisse der FT-IR-Messungen

20.7.2020

Ort: Biocenter St.Marx , Labor FH CAMPUS Wien

## Vöslauer PET-Flasche

1.1. Hohlkörper (innen)



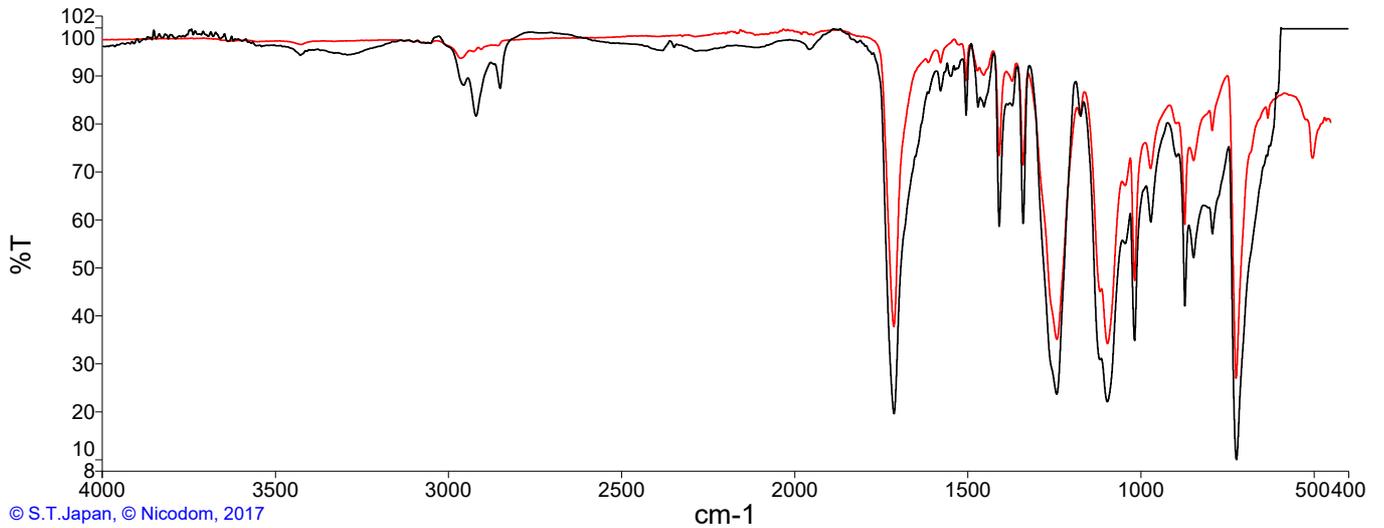
Name	Beschreibung
1.1	Vöslauer PET-Flasche (innen)
PET_klar.sp	PET_Monid_klar

### Gefundene Datensätze

### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

C:\pel_data\libs\FH Bibliothek\PET_klar.sp	Campus	0,976546	PET_Monid_klar
Result		0,968859	FABRIC POLYESTER+LYCRA (9:1)
C:\pel_data\libs\FH Bibliothek\PET_001.sp	Campus	0,958327	PET_Mondi_klar
Result		0,957223	FABRIC POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE)
Result		0,955856	FABRIC POLYESTER+VISCOSE (80:20)
Result		0,954104	COTTON+POLYESTER (65:35)
Result		0,95118	POLYESTER, TEREPHTHALATE BASED
Result		0,9508	POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE)
Result		0,947848	FILLWELL
C:\pel_data\libs\FH Bibliothek\PET_weiß_01.sp	Campus	0,946662	PET_Mondi_weiß

## 1.1 Hohlkörper (außen)



© S.T.Japan, © Nicodom, 2017

Name	Beschreibung
1.1 (außen)	Vöslauer PET-Flasche (außen)
Result	FABRIC POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE)

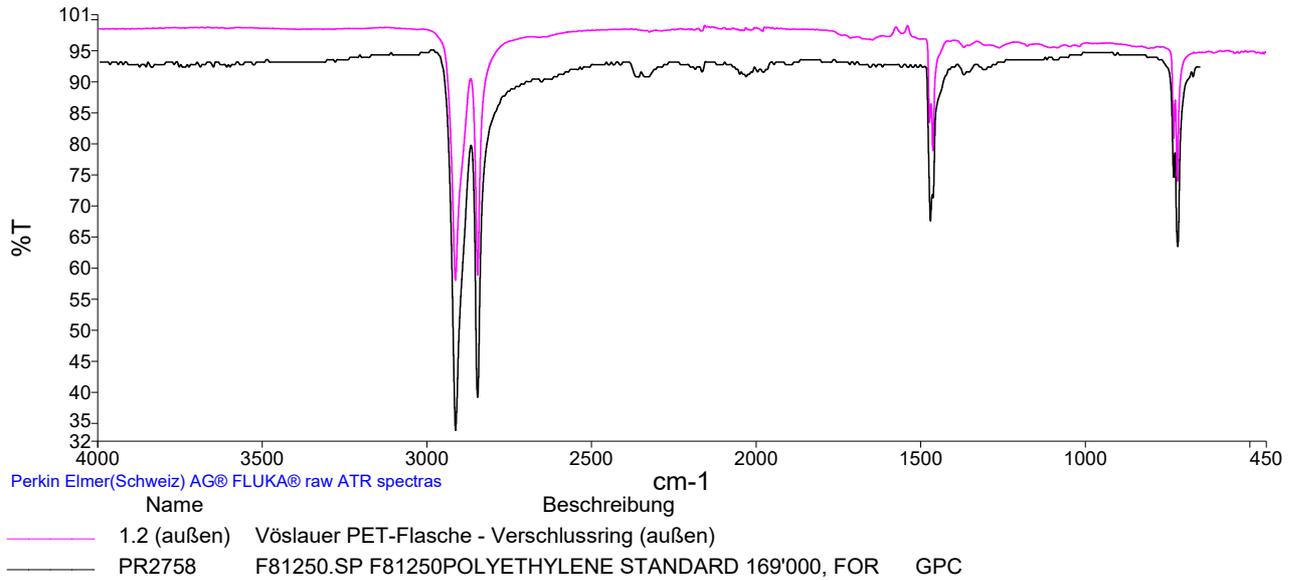
**Result**

**0,981641**

**TEREPHTHALATE)**

Result	0,978977	FILLWELL
Result	0,978625	MICRODENIER SENSURA
Result	0,976522	AVLIN
Result	0,974575	WELLENE
Result	0,972387	FABRIC POLYESTER+VISCOSE (80:20)
Result	0,97188	FABRIC POLYESTER+LYCRA (9:1)
Result	0,971415	CRISANTEMO
Result	0,97057	COTTON+POLYESTER (65:35)
Result	0,970044	POLYESTER 86%, ELASTAN 14%

## 1.2. Verschluss (außen)

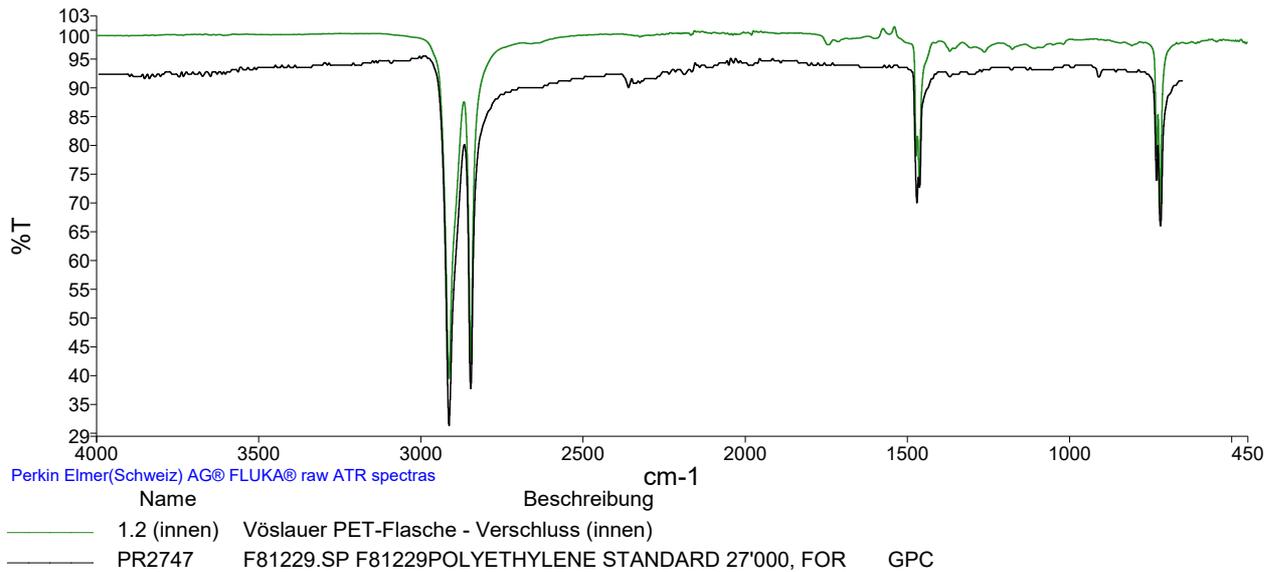


### Gefundene Datensätze

#### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

<b>PR2758</b>	<b>0,990871</b>	<b>F81250.SP F81250POLYETHYLENE STANDARD 169'000, FOR GPC</b>
PR2756	0,990148	F81246.SP F81246POLYETHYLENE STANDARD 116'000, FOR GPC
Result	0,990097	ELTEX K 52-05-159
PR2754	0,990058	F81241.SP F81241POLYETHYLENE STANDARD 85'000, FOR GPC
Result	0,989493	STAVROLEN PE 4FE69
PR2755	0,989389	F81244.SP F81244POLYETHYLENE STANDARD 92'000, FOR GPC
PR2749	0,989355	F81232.SP F81232POLYETHYLENE STANDARD 30'000, FOR GPC
Result	0,989311	ERACLENE 80
PR2747	0,989242	F81229.SP F81229POLYETHYLENE STANDARD 27'000, FOR GPC
Result	0,988405	SCOLEFIN PE AG 62 BA

## 1.2.Verschluss (innen)

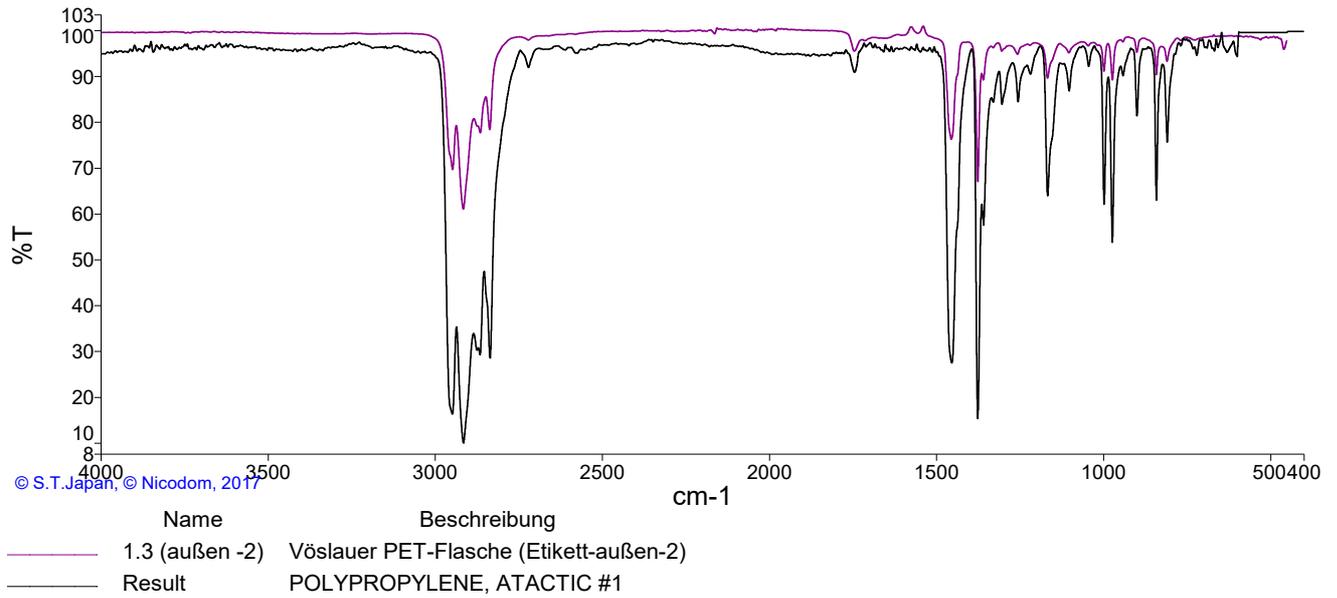


### Gefundene Datensätze

### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

<b>PR2747</b>	<b>0,992306</b>	<b>F81229.SP F81229POLYETHYLENE STANDARD 27'000, FOR GPC</b>
Result	0,992034	LITEN MB 62
PR2752	0,991837	F81238.SP F81238POLYETHYLENE STANDARD 77'000, FOR GPC
PR2749	0,991784	F81232.SP F81232POLYETHYLENE STANDARD 30'000, FOR GPC
PR2755	0,991737	F81244.SP F81244POLYETHYLENE STANDARD 92'000, FOR GPC
Result	0,990954	LUPOLEN 6021 D
PR2754	0,990441	F81241.SP F81241POLYETHYLENE STANDARD 85'000, FOR GPC
Result	0,990237	DAPLEX BF 4572
PR2744	0,989836	F81224.SP F81224POLYETHYLENE STANDARD 17'000, FOR GPC
PR2750	0,989105	F81234.SP F81234POLYETHYLENE STANDARD 37'000, FOR GPC

### 1.3 Etikettschleife (außen)

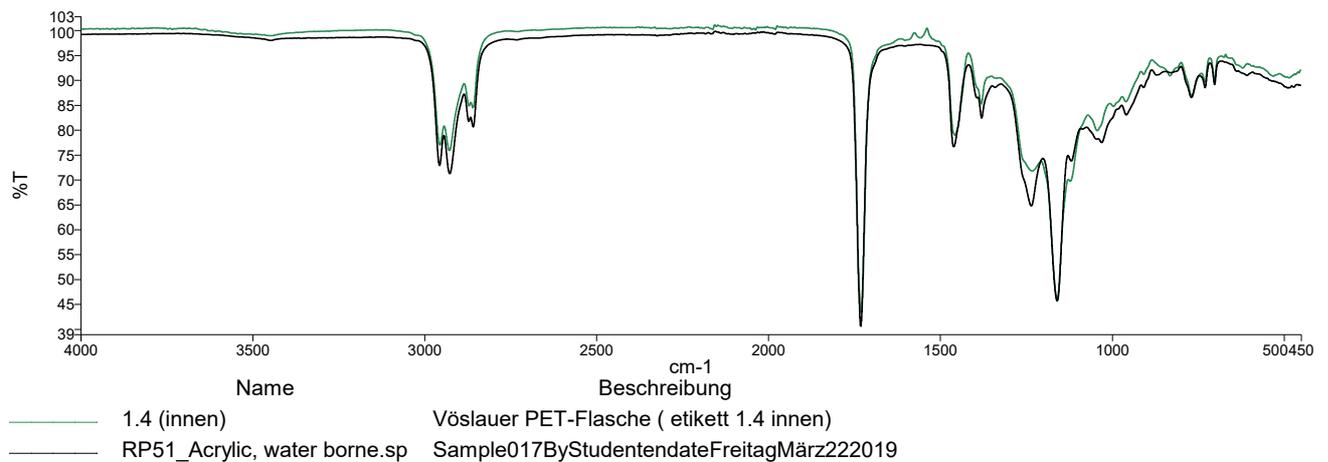


#### Gefundene Datensätze

#### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

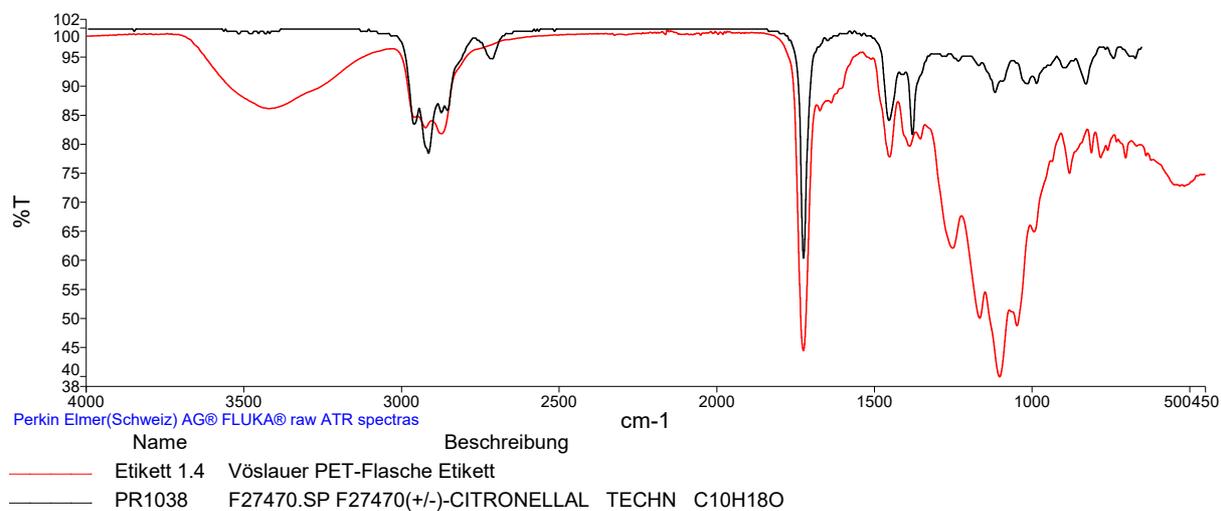
<b>Result</b>	<b>0,979462</b>	<b>POLYPROPYLENE, ATACTIC #1</b>
Result	0,979365	POLYPROPYLENE, MOPLEN EPQ 30 RF
Result	0,976578	POLYPROPYLENE
Result	0,976516	POLYPROPYLENE
PO0507	0,975885	White bottle cap outside surface (top)
Result	0,975527	STAMYLAN P 512MN10
Result	0,974288	COLOR MASTERBATCH POLYPROPYLENE + YELLOW PIGMENT #1
AP0065	0,970991	POLYPROPYLENE, ISOTACTIC
Result	0,970526	DAPLEN KSR 4525
Result	0,970478	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)

## 1.4 Etikett Klebstoff (innen)



Gefundene Datensätze	Korrelationsfaktor	Datensatzbeschreibung
C:\pel_data\libs\FH Campus Bibliothek\RP51_Acrylic, water borne.sp	0,983664	Sample017ByStudentendateFreitagMärz22 2019
Result PO0078	0,959566	ADDITOL WL 490/50 (DRIED)
	0,953646	adhesive tape 9th experiment
C:\pel_data\libs\FH Campus Bibliothek\SSP E60_water based acrylic.sp	0,938249	Sample010ByStudentendateMontagMärz2 52019
PO0105	0,936905	adhesive tape 9th experiment
Result	0,933616	BYK 361
Result	0,920295	EDAPLAN VP LA 420
Result	0,920255	EFKA 3778 (DRIED)
Result	0,918443	BYK 358 (DRIED)
Result	0,916691	DISPERBYK 116

## 1.4 Etikett (außen)



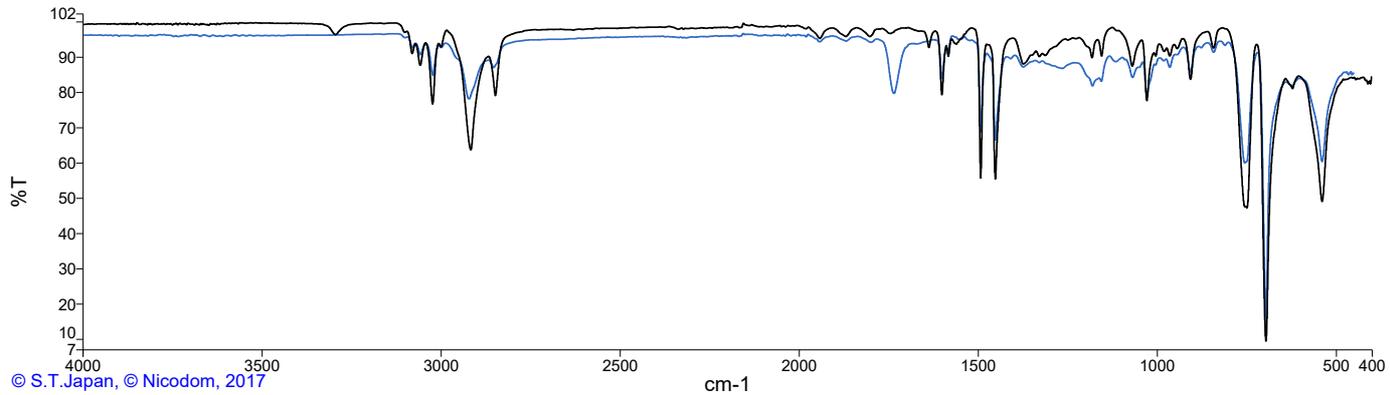
### Gefundene Datensätze

### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

PR1038	0,805073	F27470.SP F27470(+/-)-CITRONELLAL TECHN C10H18O
PR0159	0,804078	F03280.SP F032802-ETHYLBUTYRALDEHYDE PRACT C6H12O
PR1141	0,748284	F29785.SP F29785METHYL CYCLOPENTANONE-2-CARBOXYLATE PRACT C7H10O3
Result	0,744329	EDAPLAN 480 (DRIED)
Result	0,728344	POLY(ETHYLENE DIMETHACRYLATE)
Result	0,726482	EDAPLAN 472 (DRIED)
Result	0,723528	POLY(ETHYLENE DIMETHACRYLATE)
Result	0,715304	DISPERBYK 111
Result	0,712085	DISPERBYK 111 (DRIED)
Result	0,705957	EDAPLAN 472

## NÖM-Joghurtbecher (1%)

### 3.1 Becher (innen)



© S.T.Japan, © Nicodom, 2017

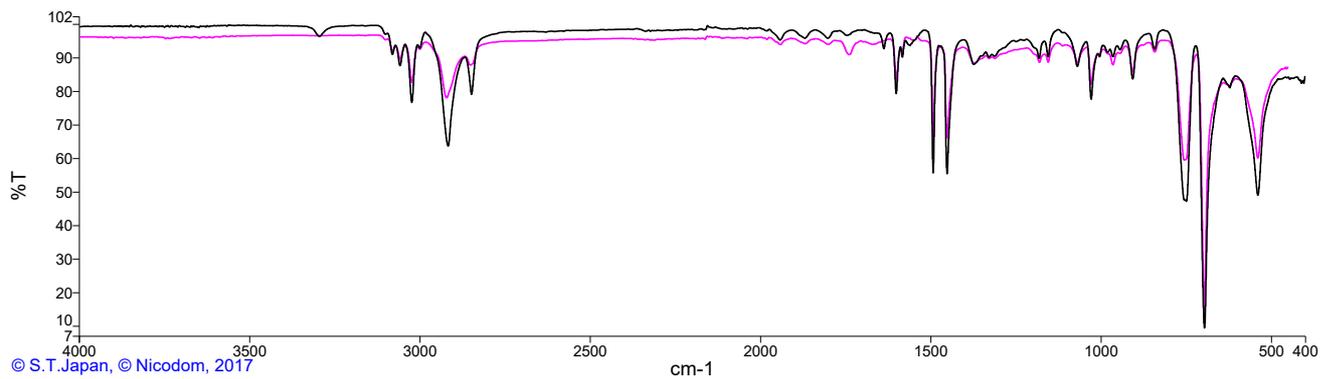
Name	Beschreibung
3.1 (innen)	NÖM Joghurtbecher (1%)
Result	STYRENE POLYMER

#### Gefundene Datensätze

#### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

Gefundene Datensätze	Korrelationsfaktor	Datensatzbeschreibung
Result	0,980571	STYRENE POLYMER
Result	0,979301	POLYSTYRENE POWDER (CROSS-LINKED): SPHERICAL SHAPE
Result	0,979301	POLYSTYRENE POWDER (CROSS-LINKED): SPHERICAL SHAPE
Result	0,963992	POLYSTYRENE, MONOCARBOXY TERMINATED
Result	0,957587	POLYSTYRENE FOR EXPLOSIVES
Result	0,957581	POLYSTYRENE HIGH IMPACT
Result	0,955198	STYRENE/ALLYL ALCOHOL COPOLYMER
Result	0,952705	POLYSTYRENE
Result	0,952593	POLYSTYRENE
Result	0,951179	POLYSTYRENE, DICARBOXY TERMINATED

### 3.1 Becher (außen)



© S.T.Japan, © Nicodrom, 2017

Name	Beschreibung
3.1	NÖM-Joghurtbecher (1%) außen
Result	STYRENE POLYMER

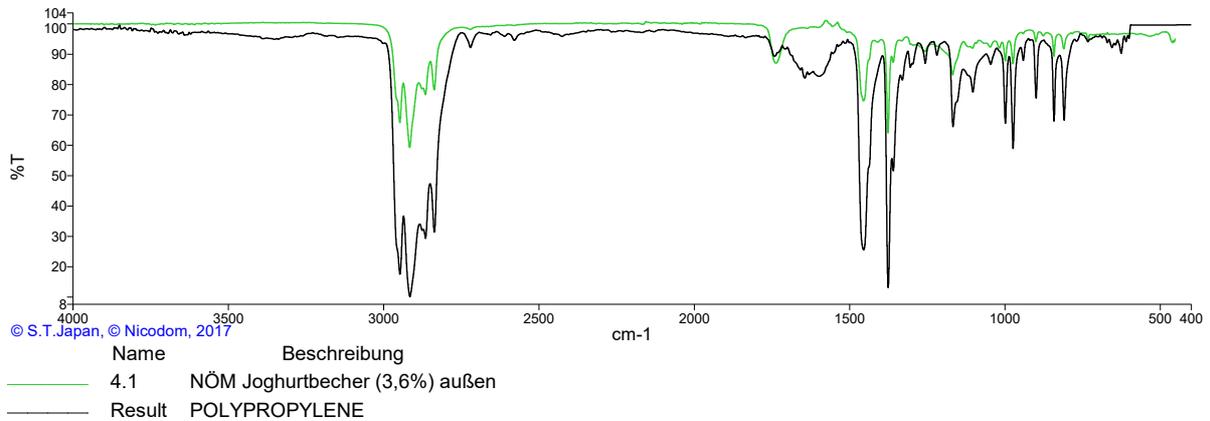
#### Gefundene Datensätze

#### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

Result	0,990134	STYRENE POLYMER
PR2820	0,988511	F81405.SP F81405POLYSTYRENE STANDARD 5'000
Result	0,987187	POLYSTYRENE POWDER (CROSS-LINKED): SPHERICAL SHAPE
Result	0,987187	POLYSTYRENE POWDER (CROSS-LINKED): SPHERICAL SHAPE
PR2825	0,985913	F81410.SP F81410POLYSTYRENE STANDARD 100'000
PR2829	0,982517	F81417.SP F81417POLYSTYRENE STANDARD 2'000'000
PR2819	0,982414	F81404.SP F81404POLYSTYRENE STANDARD 3'000
PR2818	0,980547	F81403.SP F81403POLYSTYRENE STANDARD 2'000
PR2823	0,980252	F81408.SP F81408POLYSTYRENE STANDARD 30'000
PR2824	0,976656	F81409.SP F81409POLYSTYRENE STANDARD 70'000

## NÖM Joghurtbecher (3,6%)

### 4.1 Becher



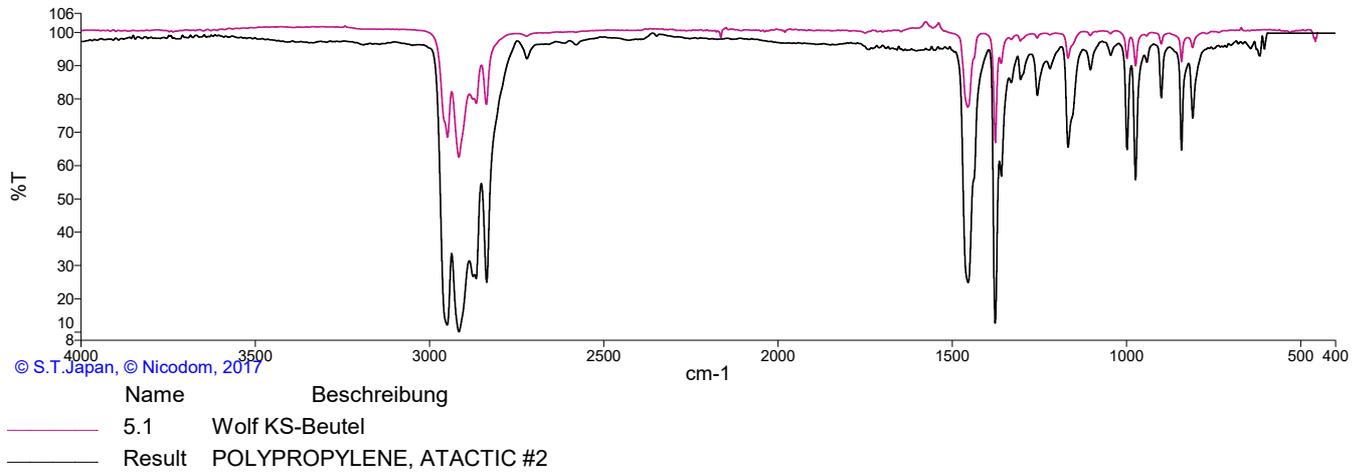
### Gefundene Datensätze

### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

Result	0,962334	PAPER WITH POLYMER COATING #4
Result	0,959192	COLOR MASTERBATCH POLYPROPYLENE + YELLOW PIGMENT #1
<b>Result</b>	<b>0,954866</b>	<b>POLYPROPYLENE</b>
Result	0,954659	POLYPROPYLENE
Result	0,952037	POLYPROPYLENE, ATACTIC #1
Result	0,951879	STAMYLAN P 512MN10
Result	0,949514	POLYSAX-X
Result	0,948662	XYLON
Result	0,947693	MOIRA, POLYPROPYLENE FABRIC
Result	0,945792	POLYPROPYLENE, ISOTACTIC #1

# Wolf Kunststoff-Beutel

## 5.1 Beutel



### Gefundene Datensätze

### Korrelationsfaktor Datensatzbeschreibung

Gefundene Datensätze	Korrelationsfaktor	Datensatzbeschreibung
zoResult	0,985138	POLYPROPYLENE, ATACTIC #2
Result	0,985003	POLYPROPYLENE, ATACTIC #1
AP0065	0,981849	POLYPROPYLENE, ISOTACTIC
Result	0,98129	SYNERA
Result	0,979102	AMOCO CF YARN
Result	0,979065	COLOR MASTERBATCH POLYPROPYLENE + YELLOW PIGMENT #1
Result	0,978622	POLYPROPYLENE, ISOTACTIC #1
Result	0,977578	POLYSAX-X
Result	0,976808	VECTRA
Result	0,976509	POLYPROPYLENE-GRAFT-MALEIC ANHYDRIDE