

Optionen und Maßnahmen



UniNETZ –
Universitäten und Nachhaltige
Entwicklungsziele

Österreichs Handlungsoptionen
zur Umsetzung
der UN-Agenda 2030
für eine lebenswerte Zukunft.

Aufbau und Modernisierung einer nachhaltigkeitsorientierten Wiederverwendungs- und Recyclinginfrastruktur

Autor_innen:

Schrack, Daniela (*Johannes-Kepler-Universität*); Hansen, Erik (*Johannes-Kepler-Universität*); Frey, Patrick (*Johannes-Kepler-Universität, Student*)

Reviewer_innen:

Allesch, Astrid (*Universität für Bodenkultur Wien*); Bockreis, Anke (*Universität Innsbruck*)

Gesprächspartner_innen im Rahmen der Expert_innenbefragung:

Naynar, Johanna (*Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe*); Augusta, Josef (*Austria Papier Recycling GmbH*); Hauke, Harald (*Austria Glas Recycling GmbH*); Scharff, Christoph (*Altstoff Recycling Austria (ARA)*); Pomberger, Roland (*Montanuniversität Leoben*); Kranzinger, Lukas (*Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband*)

09_02

Target 9.1

Inhalt

3	Tabellenverzeichnis
4	09_02.1 Ziele der Option
4	09_02.2 Hintergrund der Option
6	09_02.3 Optionenbeschreibung
6	09_02.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen
18	09_02.3.2 Erwartete Wirkweise
19	09_02.3.3 Bisherige Erfahrungen mit dieser Option oder ähnlichen
21	09_02.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit
21	09_02.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann
21	09_02.3.6 Interaktionen mit anderen Optionen
23	09_02.3.7 Offene Forschungsfragen
23	Literatur

Tabellenverzeichnis

- 6 **Tab. O_9-02_01:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 1. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_01:** Individual measures for the first bundle of measures. Source: Own illustration
- 9 **Tab. O_9-02_02:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 2. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_02:** Individual measures for the second bundle of measures. Source: Own illustration
- 10 **Tab. O_9-02_03:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 3. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_03:** Individual measures for the third bundle of measures. Source: Own illustration
- 12 **Tab. O_9-02_04:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 4. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_04:** Individual measures for the fourth bundle of measures. Source: Own illustration
- 14 **Tab. O_9-02_05:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 5. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_05:** Individual measures for the fifth bundle of measures. Source: Own illustration
- 15 **Tab. O_9-02_06:** Einzelmaßnahmen zu Maßnahmenbündel 6. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_06:** Individual measures for the sixth bundle of measures. Source: Own illustration
- 19 **Tab. O_9-02_07:** Erfahrungen aus anderen Ländern mit ähnlichen Optionen bzw. Maßnahmen – Überblick. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_07:** Overview of best practice examples from other countries regarding similar options for action. Source: Own illustration
- 22 **Tab. O_9-02_08:** Interaktionen der Maßnahmenbündel mit anderen Targets. Quelle: Eigene Darstellung.
// **Tab. O_9-02_08:** Interactions between the bundles of measures and other targets. Source: Own illustration

09_02.1 Ziele der Option

Die Option „*Aufbau und Modernisierung einer nachhaltigkeitsorientierten Wiederverwendungs- und Recyclinginfrastruktur*“ besteht aus sieben Maßnahmenbündeln:

1. Intensivierung von *Reuse* und *Refurbish* (Wiederverwendung und Wiederaufbereitung von Gebrauchsgütern);
2. Intensivierte, korrekte und getrennte Sammlung von Gebrauchsgütern und Altstoffen durch die Verbraucher_innen (kommunale Sammlung);
3. Intensivierte korrekte und getrennte Sammlung von Wertstoffen bei Handels- und Industriebetrieben (gewerbliche Sammlung);
4. *Green Logistics* bei Sammlung und Transport von Altstoffen;
5. Digitalisierungsoffensive – Containermanagement sowie Verwertungs-, Recycling-, und Entsorgungslogistik (*Smart Recycling*);
6. Optimierung der Container und Sammelsysteme;
7. Neuerster Stand der Technik in Sortier-, Wiederverwendungs- und Recyclinganlagen/-betrieben.

Grundlegend beziehen sich diese Option und die damit verbundenen Maßnahmenbündel auf das Target 9.1 „*Aufbau einer hochwertigen, verlässlichen, nachhaltigen und widerstandsfähigen Infrastruktur*“¹ und schaffen enge Verknüpfungen zu SDG 12. Der Fokus liegt dabei auf einer nachhaltigkeitsorientierten Transformation der Wiederverwendungs- und Recyclinginfrastruktur. Im Rahmen dieser Option sollen Wege aufgezeigt werden, wie die Wiederverwendungs- und Recyclinginfrastruktur für die Industrie transformiert werden kann, um eine nachhaltige Entwicklung der Unternehmen zu ermöglichen und wie die Infrastruktur selbst nachhaltiger gestaltet werden kann.

Mit der Option und den sieben Maßnahmenbündeln werden folgende Ziele verfolgt:

- Intensivierung von *Reuse* und *Refurbish* durch Optimierung der Wiederverwendungsinfrastruktur;
- Erhöhung der sortenreinen Trennung und Sammelquoten bei Gebrauchsgütern und Altstoffen (sowohl bei kommunaler als auch gewerblicher Sammlung) durch Anpassung infrastruktureller Komponenten;
- Emissions- und lärmarme Optimierung von Sammlung und Logistik der Altstoffe unter Nutzung der Digitalisierung;
- Nachhaltige Gestaltung der wiederverwendungs- und recyclingbetrieblichen Anlagen und Infrastruktur.

09_02.2 Hintergrund der Option

Unsere Gesellschaft sowie die Wirtschaft und damit verbundene nachhaltige Entwicklungen hängen in starkem Maße von einer hochwertigen, verlässlichen, nachhaltigen und widerstandsfähigen Infrastruktur ab. Aus *Ressourcenperspektive* muss die Infrastruktur insbesondere sicherstellen, dass Ressourcen – auch als Bestandteil von Produkten und Komponenten – möglichst dauerhaft in Kreisläufen geführt und für wirtschaftliche Tätigkeiten erhalten bleiben, damit eine Entkopplung von Primärressourcenbedarf möglich wird (Hansen et

¹ Der Langtext des Targets 9.1 lautet: „*Eine hochwertige, verlässliche, nachhaltige und widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, einschließlich regionaler und grenzüberschreitender Infrastruktur, um die wirtschaftliche Entwicklung und das menschliche Wohlergehen zu unterstützen, und dabei den Schwerpunkt auf einen erschwinglichen und gleichberechtigten Zugang für alle legen*“ (Vereinte Nationen (UN), 2015, S. 21).

al., 2020). Um die österreichische Kreislaufwirtschaft und damit eine nachhaltige Entwicklung entsprechend zu unterstützen, müssen infrastrukturelle Rahmenbedingungen im Bereich der kommunalen und gewerblichen Sammel- und Verwertungssysteme nachhaltigkeitsorientiert angepasst und aufgebaut werden. Dies umfasst Sammelbehälter und -systeme, Altstoffsammelzentren, Sortier-, Verwertungs- und Recyclinganlagen, aber auch Abfalltransporte und Digitalisierungsmaßnahmen zur Unterstützung dieser.

Jedes Produkt wird an einem gewissen Zeitpunkt von den Nutzer_innen ausrangiert – sei es aus technisch-funktionalen (z. B. Defekt) oder psychologischen (z. B. Mode) Gründen – und ist damit schon wie Abfall zu betrachten. Um die Lebensdauer dieser Produkte zu verlängern bzw. neue Nutzungsmöglichkeiten dafür zu schaffen, benötigt es Verwertungsstrukturen, die eine Wiederverwendung von Produkten oder Komponenten und – falls dies nicht möglich ist – stoffliches Recycling der Materialien ermöglichen. Die Verbrennung wird hier nicht betrachtet, da Ressourcen damit dauerhaft verloren gehen und diese daher auch nicht als Kreislaufwirtschaft im engeren Sinne anerkannt wird (Ellen MacArthur Foundation (EMF), 2013). Das Produktdesign und die verwendeten Materialien beeinflussen dabei die Verwertungsprozesse und den Verlauf der Verwertung erheblich (recyclinggerechtes Design siehe Option 12.4). Betrachtet man nur bestehende Abfallströme (sowohl Wertstoff- als auch Schadstoffströme), so können diese gut über Gebühren-, Anreiz- und Informationssysteme gesteuert werden.

Wichtig ist hierbei, dass beginnend von Konsument_innen über Transportunternehmen und Verwerter_innen bzw. Entsorger_innen alle Akteur_innen ihren Beitrag für eine nachhaltigkeitsorientierte Transformation hin zur Kreislaufwirtschaft leisten müssen. Bürger_innen können dabei als erste Sortierstufe betrachtet werden, da diese den Haushaltsabfall trennen müssen. Das bedeutet, dass insbesondere bei den Maßnahmenbündeln 1 und 2 auch auf eine entsprechende Bewusstseinsbildung der Bürger_innen zu achten ist (z. B. durch Schulbildung und Informationskampagnen der öffentlichen Hand; siehe hierzu auch Option 12_07 sowie SDG 4). Danach kommen die eigentlichen wirtschaftlich-technischen Verwertungsprozesse. Alle Akteur_innen haben einen dynamischen Einfluss auf das Gesamtsystem, weswegen tagesaktuelle Informationen (Stichwort Digitalisierung) immer wichtiger werden und das System ganzheitlich betrachtet werden muss. Die Teilbereiche Sammlung, Sortierung und Wiederverwendung bzw. Verwertung sollten nicht getrennt optimiert werden, sondern am besten gemeinsam. Es müssen auch entsprechende Kapazitäten zur Behandlung bzw. Verwertung der Abfall- und Wertstoffströme zur Verfügung stehen bzw. gestellt werden. Zudem werden geeignete gesetzliche Rahmenbedingungen für eine einheitliche getrennte Sammlung aller Verpackungen in Österreich benötigt. Dies erleichtert die Sammlung für die Bürger_innen und somit das Recycling für die Unternehmen. Es geht um einen Schulterschluss aller Akteur_innen: Es muss eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den Akteur_innen der gesamten Wertschöpfungskette geben, um die Recyclingziele der Europäischen Union (EU) zu erreichen (zu weiteren Maßnahmen für die Optimierung der Abfallsammlung siehe Target 11.6).

In Bezug auf die Verwertungs-, Recycling- und Entsorgungsinfrastruktur waren im Jahr 2018 österreichweit rund 3.100 Anlagen zur Abfallverwertung und -beseitigung in Betrieb. Die meisten davon (1.020) sind Deponien, gefolgt von Behandlungsanlagen von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen (927) und Kompostierungsanlagen (405). Zudem gab es 220 Sortierungs- und Aufbereitungsanlagen und 90 Verwertungsanlagen für getrennt erfasste Alt-

stoffe (Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2020). Laut Expert_inneninterviews befinden sich Österreichs Sortieranlagen am Ende ihrer Lebensdauer und müssen daher umfassend erneuert werden. Aus heutiger Sicht sind signifikante Investitionen im höheren zwei- bis sogar dreistelligen Millionenbereich bis zum Jahr 2023 erforderlich.

Für das EU-Kreislaufwirtschaftspaket spielen die Unternehmen der Ressourcen- und Kreislaufwirtschaft eine zentrale Rolle und die EU-Zielerreichung der geforderten Sammel- und Recyclingquoten hängt letztendlich auch von der Investitionsbereitschaft der Abfall- und Ressourcenunternehmen in die notwendigen Sortier-, Wiederverwendungs und Verwertungsanlagen ab. Dafür brauchen die Unternehmen vor allem eine nationale Vision für das Kreislaufwirtschaftssystem als Ganzes (z. B. *Circular Economy Roadmap*, siehe hierzu Option 9_04), Rechtssicherheit und ein investitionsfreundliches Klima.

09_02.3 Optionenbeschreibung

09_02.3.1 Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen

Maßnahmenbündel 1: Intensivierung von *Reuse* und *Refurbish* (Wiederverwendung und Wiederaufbereitung von Gebrauchtwaren)

In diesem Maßnahmenbündel sind Einzelmaßnahmen enthalten, die die infrastrukturellen Voraussetzungen zur Wiederverwendung und Aufbereitung bereits gebrauchter Güter verbessern sollen. Die enthaltenen Maßnahmen werden in **Tab. O_9-02_01** kurz aufgelistet und anschließend im Detail präsentiert.

Einzelmaßnahme	Instrument-Typ	Fokussierte Akteur_innengruppe
1. Elektroaltgeräte: <i>Damage-free collection of (electrical) goods</i> (z. B. durch Bonus für Abgabe) und Schaffung der Möglichkeit zur Versendung von Elektroaltgeräten mit der Post bzw. Kooperationen mit Zustelldiensten	Förderung, strukturelle Änderung	Konsument_innen, Zulieferer_innen / Lieferant_innen
2. Verpflichtende Rücknahme von Verpackungen durch den Versandhandel	Verordnung	Versandhandel
3. Ausbauen der <i>ReVital</i> -Vorsammlung in den Altschrottsammelzentren (ASZ) und die Steigerung der <i>ReVital</i> -Sammelmengen	Strukturelle Änderung	ASZ
4. Breitere Implementierung von professionelleren Gebrauchtkaufhäusern	Strukturelle Änderung	Zwischenhändler_innen

Tab. O_9-02_01:
Einzelmaßnahmen zu
Maßnahmenbündel 1. Quelle:
Eigene Darstellung.

// **Tab. O_9-02_01:** Individual
measures for the first bundle
of measures. Source: Own
illustration.

- *Einzelmaßnahme 1: Elektroaltgeräte: Damage-free collection of (electrical) goods (z. B. durch Bonus für Abgabe) und Schaffung der Möglichkeit zur Versendung von Elektroaltgeräten mit der Post bzw. Kooperationen mit Zustelldiensten*

2019 wurden über 133.000 Tonnen Elektroaltgeräte gesammelt (Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH (EAK), 2020). Dies entspricht einer Sammelquote von 62 %, was jedoch für die ab 2019 verpflichtende Quote von 65 % nicht ausreicht. Hierzu benötigt es z. B. weitere logistische Anstrengungen. Zudem ist der internationale Versandhandel von Bedeutung, da zwar 15-20 % der Elektrogeräte auf diesem Wege nach Österreich gelangen, jedoch oft nur unzureichende Information über die Rückgabemöglichkeiten von Altgeräten verfügbar sind (EAK, 2020; APA-OTS Originaltext-Service GmbH, 2020).²

Generell ist in Österreich jedes Unternehmen, welches mindestens 150 qm Verkaufsfläche aufweist und Elektroartikel vertreibt, verpflichtet, Elektroaltgeräte bei gleichzeitigem Kauf eines Neugerätes, kostenlos zurückzunehmen (Wirtschaftskammer Österreich (WKO), 2018). Ein Problem ist darüber hinaus, dass Geräte mit Lithium-Ionen-Batterien bei falscher Handhabung und Entsorgung zu Bränden führen können. Insbesondere wenn derartige Geräte auf dem Postweg transportiert werden, könnte dieses Problem verstärkt auftreten.

Gefordert wird also, dass:

- Verkäufer und Produzenten (inklusive Online-Händler), die Elektrogeräte liefern, Altgeräte kostenlos zurücknehmen und entsprechend an Verwertungsunternehmen weiterleiten;
 - Konsument_innen, welche Elektroaltgeräte in funktionstüchtigem Zustand an ein Altstoffzentrum (ASZ), einen *Revital*-Shop oder ähnliche Rückgabemöglichkeiten retournieren, einen Bonus für die Abgabe erhalten (*Damage-free collection of (electrical) goods*);³
 - Kooperationen der Wiederverwendungs- und Recyclingunternehmen mit Zustelldiensten eingegangen werden, um die Möglichkeit für Konsument_innen zur Versendung von Elektroaltgeräten mit der Post bzw. über Zustelldienste zu schaffen.
- *Einzelmaßnahme 2: Verpflichtende Rücknahme von Verpackungen durch den Versandhandel*

Wiederverwendung betrifft nicht nur langlebige Elektrogeräte, sondern durchaus auch kurzlebige Verpackungsmaterial. Ein Teil der Karton- und Plastikverpackungen, die durch den Online-Handel entstehen, könnten nicht nur verwertet, sondern vor allem wiederverwendet werden. Insbesondere Kartonschachteln bzw. Versandboxen, welche mehrfach verwendet werden könnten, müssten vom Versandhandel verpflichtend zurückgenommen werden. Praktisch sollen bei Auslieferung neuer Ware die Verpackungen alter Bestellungen wieder gesammelt und dann zentral entsorgt werden (Allesch et al., 2019). Gegebenenfalls wäre hier auch an ein Mehrwegpfandsystem für die Konsument_innen zu denken, um ein Bewusstsein für Wiederverwendung zu schaffen.

- *Einzelmaßnahme 3: Ausbauen der ReVital-Vorsammlung in den ASZs und die Steigerung der ReVital-Sammelmengen.*

² Einen derartigen Service bietet bspw. der Versandhändler *Otto* an, der bei einer Neulieferung von Elektrogeräten gegen eine Servicepauschale von 29 € das entsprechende Altgerät mitnimmt und umweltgerecht entsorgt. Diese Dienstleistung kann auch nachträglich bei Lieferung des Neugerätes mit der Post in Anspruch genommen werden, kostet allerdings in dem Fall 80 €. Zusätzlich dazu bietet das Versandhaus an, die Altgeräte kostenlos bei einem der zahlreichen Kooperationspartner_innen abzugeben, wo diese dann fachgerecht entsorgt werden (Otto GmbH, 2020).

³ Alternativ zum Bonus kann auch an die Einführung eines Pfandsystems gedacht werden. Die Praktikabilität und Effektivität beider Systeme müssten jedoch weiterführend näher untersucht werden.

Die Marke *ReVital* ist eine in Oberösterreich eingetragene Marke für *Reuse*. Typische Güter sind hier Geschirr, Möbel und Elektroaltgeräte. Durch deren Wiederverwendung können die Umwelt geschont und Ressourcen gespart werden. Die Marke existiert seit 2009 und mittlerweile gibt es 17 *ReVital*-Shops, in denen 2015 ca. 900 Tonnen Güter verkauft werden konnten und, speziell für dieses Projekt, acht Aufbereitungsanlagen, in denen eben diese Altgeräte und gebrauchten Güter aufbereitet werden. Im Jahr 2021 wird angestrebt, die verkaufte Menge auf 1.300 Tonnen zu steigern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird vorgeschlagen:

- die *ReVital*-Vorsammlung in den ASZs zu forcieren;
- Kooperationen mit Handel und Entsorgungsbetrieben auszubauen;
- mehr *ReVital*-Shops aufzubauen;
- sowie die Kontinuität der Förderungen der *ReVital*-Maßnahmen zu gewährleisten (Pürmayr, Haidinger, Reiner, Frank & Lang, 2017).

Zudem könnte hier, da ähnliche Konzepte bereits in Niederösterreich (*sogutwieneu.at*) und Wien (Demontage- und Recycling-Zentrum) existieren, eine **bundesweite Implementierung** angedacht werden, wobei die derzeit länderspezifischen Sammelsysteme, Förderungen, etc. vereinheitlicht werden sollten.

– *Einzelmaßnahme 4: Breitere Implementierung von professionelleren Gebrauchtkaufhäusern*

Durch den Kauf eines Second-Hand-Kleidungsstücks werden durchschnittlich ein Kilogramm Abfall, über 3.000 Liter Wasser und 22 kg CO₂ gespart. Zudem zeigt eine Studie des Luxusmodeshops *Farfetch*, dass 57 % der 3.000 befragten Second-Hand-Käufer_innen durch diesen Kauf kein neues Produkt mehr erwerben (*Farfetch*, 2020). Um diese Idee zu forcieren und auch auf andere Konsumgüter auszuweiten, wird empfohlen, professionelle Gebrauchtkaufhäuser zu implementieren. Dieses Geschäftsmodell für „*Revitalisierte Produkte*“ (*acatech*, Circular Economy Initiative Deutschland (CEID) & SYSTEMIQ, 2021) entspricht einer Weiterentwicklung von Einzelmaßnahme drei (*ReVital*-Shops).

In verschiedenen Städten weltweit gibt es bereits praktische Umsetzungen, beispielsweise *Revilla* in Villach (Österreich), *NochMall* in Berlin (Deutschland) und *ReTuna* in Eskilstuna (Schweden): Das Kaufhaus *Revilla* nimmt Waren zur Wiederaufbereitung an, welche dort aufbereitet weiterverkauft werden. Insgesamt befinden sich dort sieben Shops, die von Kleidungsstücken über Taschen bis hin zu Möbeln und dekorativen Holzwerkstücken Produkte aus gebrauchten Materialien erzeugen. Weiters bietet *Revilla* auch Platz für Workshops oder Veranstaltungen zum Thema Wiederaufbereitung an und es sollen dort Bildungsangebote für Schulen und Kindergärten zum Thema Nachhaltigkeit stattfinden (*Revilla*, 2020).

Da diese Maßnahme sehr stark mit der Ausweitung der *ReVital*-Shops verbunden ist, können auch hier bspw. Förderungen für die Etablierung derartiger Kaufhäuser geschaffen werden.

Maßnahmenbündel 2: Intensivierte korrekte und getrennte Sammlung von Altstoffen durch die Verbraucher_innen (kommunale Sammlung)

Dieses Maßnahmenbündel⁴ ist auf die Entsorgungsinfrastruktur der kommunalen Sammlung fokussiert und umfasst folgende in **Tab. O_9-02_02** aufgelisteten Einzelmaßnahmen:

4 Anmerkung: Dieses Maßnahmenbündel weist enge Verknüpfungen zu Target 11.6 auf.

Einzelmaßnahme	Instrument-Typ	Fokussierte Akteur_innengruppe
1. Harmonisierung der Getrenntsammlensysteme von Abfällen und Altstoffen	Strukturelle Änderung	Politik/Regierung und Entsorger_innen
2. Intensivierung der getrennten Sammlung in den Bereichen Außer-Haus Konsum, Ausbau von Holsystemen Erweiterung der Rücknahmemöglichkeit via ASZs	Strukturelle Änderung	Politik/Regierung, Entsorger_innen und ASZ

Tab. O_9-02_02:
 Einzelmaßnahmen zu
 Maßnahmenbündel 2. Quelle:
 Eigene Darstellung.

// **Tab. O_9-02_02:** Individual
 measures for the second
 bundle of measures. Source: Own
 illustration.

– *Einzelmaßnahme 1: Harmonisierung der Getrenntsammlensysteme von Abfällen und Altstoffen*

Grundsätzlich bringt ein gutes Getrenntsammlensystem viele Vorteile, wie etwa eine gute Grundlage für die Recyclingindustrie (Bilitewski, Wagner & Reichenbach, 2018). Jedoch gibt es gerade bei der Infrastruktur in den Bundesländern große Unterschiede zwischen den Trennvorgaben und den (Sammel-)Behältern. Daher sollten die Abfallbehälterfarben und die Symbole für die am häufigsten vorkommenden Abfallarten EU-weit vereinheitlicht werden (Voßwinkel, Richert, Schwind & Jousseume, 2020; Europäische Kommission (EC), 2020). Derzeit werden z. B. Kunststoffverpackungen beinahe in allen österreichischen Gemeinden unterschiedlich gesammelt. Hier würde eine bundesweite Vereinheitlichung zielführend sein (siehe hierzu etwa Target 11.6 und Option 11_09).

Dazu werden umfassende Informationskampagnen seitens der Ministerien, Kommunen und anderer Verbände bzgl. der getrennten Sammlung für die Endverbraucher_innen benötigt, um Fehlwürfe zu vermeiden. Diese können jedoch auch dafür genutzt werden, um das Bewusstsein der Bürger_innen zum Thema Abfallentsorgung und Recycling zu schärfen.

– *Einzelmaßnahme 2: Intensivierung der getrennten Sammlung in den Bereichen Außer-Haus Konsum, Ausbau von Holsystemen und Erweiterung der Rücknahmemöglichkeit via ASZs*

Da Konsument_innen immer häufiger unterwegs konsumieren, muss die Entsorgungsinfrastruktur auch im öffentlichen Raum verfügbar sein. In der Stadt Wien stehen hierfür 446.000 Altstoff- und Restmüllbehälter sowie 45.000 Papierkörbe zur Verfügung (Stoifl & Oliva, 2020). Jedoch muss auch insbesondere bei Veranstaltungen die Sammlung ausgebaut werden, um bspw. kleinvolumige Kunststoffverpackungen in höheren Quoten zu sammeln. Gerade bei Kunststoffverpackungen muss auch eine Umstellung auf Holsysteme erfolgen, um das EU-Ziel 2025 von 50 % Recyclingquote zu erreichen (Altstoff Recycling Austria (ARA), 2019a). Weiters müssen für eine bessere Getrenntsammlung Rücknahmemöglichkeiten von Altstoffsammelzentren erweitert werden (Allesch et al., 2020).

Weitere wichtige Einzelmaßnahmen wären:

- Optimierte Anzahl und ideale Positionierung der Sammelstellen (sowohl in Mehrparteien-Häusern als auch im Bereich Außer-Haus);
- Nutzung bereits versiegelter Flächen (z.B. Parkplätze) für Holsysteme;
- Auffällige Gestaltung von Sammelbehältern und Einrichtung von ‚Kombinationseinrichtungen‘, wo bspw. PET-Flaschen, Glas und Aluminium getrennt gesammelt wird, auch an kleinen Sammelstellen;
- Erhöhung der Anrainer_innen-Akzeptanz durch geringere Lärm- und Geruchsemissionen der Sammelstandorte und des Abtransports durch sogenannte *Flüster-Container*.

Eine Herausforderung ist, dass derartige Umstellungen zusätzliche Kosten hinsichtlich der Anschaffung neuer Behälter etc. beinhalten.

Maßnahmenbündel 3: Intensivierte korrekte und getrennte Sammlung von Altstoffen bei Handels- und Industriebetrieben (gewerbliche Sammlung)

Dieses Maßnahmenbündel⁵ ist auf die Entsorgungsinfrastruktur der gewerblichen Sammlung fokussiert und umfasst folgende in **Tab. O_9-02_03** angeführten Einzelmaßnahmen:

Einzelmaßnahme	Instrument-Typ	Fokussierte Akteur_innen-gruppe
-----------------------	-----------------------	--

1. Verstärkte Integration von Kleingewerbe in die Haushaltssammlung und Aus- und Aufbau von Geschäftsstraßenentsorgung im Bereich von Kunststoffabfällen	Strukturelle Änderung	Entsorger_innen
2. Erhöhung der Anreize zur getrennten Sammlung von Wertstoffen (z. B. Trennpflicht oder Restmüllsteuer) sowie Schaffung von Systemen zur effizienten Vorsammellogistik in Betrieben	Strukturelle Änderung, Verordnung	Politik/Regierung und Entsorger_innen

Tab. O_9-02_03:
Einzelmaßnahmen zu
Maßnahmenbündel 3. Quelle:
Eigene Darstellung.

// **Tab. O_9-02_03:** Individual
measures for the third bundle
of measures. Source: Own
illustration.

⁵ Anmerkung: Dieses Maßnahmenbündel weist enge Verknüpfungen zu Target 11.6 auf.

- *Einzelmaßnahme 1: Verstärkte Integration von Kleingewerbe in die Haushalts-sammlung und Aus- und Aufbau von Geschäftsstraßenentsorgung im Bereich von Kunststoffabfällen*

Speziell beim Kunststoffrecycling und hier bei Kunststofffolien hat das Kleingewerbe großes Potenzial. Daher sollen Altstoffsammelzentren bundesweit auch für Kleingewerbetreibende offen sein (ARA, 2019a).⁶ Bezüglich der Geschäftsstraßenentsorgung (GESTRA) ist es in Österreich so, dass diese bei Papier oder Kartonverpackungen bereits zusammen mit anderen Methoden genutzt wird (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), 2017). Gerade bei den erwähnten Kunststofffolien könnte man auch als Alternative zur Entsorgung am Altstoffsammelzentrum, nicht nur für größere Betriebe, sondern auch als eine Art Holsystem, die GESTRA zusätzlich zur gemischten Sammlung von Leichtverpackungen nutzen. Dies wird bereits in Tirol und Wien durchgeführt, birgt aber das Potenzial zur bundesweiten Ausweitung (ARA, 2019b).

Eine Herausforderung speziell bei der Öffnung von ASZs ist, dass das Kleingewerbe zwar eindeutig definiert ist, jedoch trotzdem kontinuierlich ein Nachweis erbracht werden müsste, ob die betreffende Person noch in diese Kategorie fällt.

- *Einzelmaßnahme 2: Erhöhung der Anreize zur getrennten Sammlung von Wertstoffen (z. B. Trennpflicht oder Restmüllsteuer) sowie Schaffung von Systemen zur effizienten Vorsammellogistik in Betrieben*

Zur Erhöhung bzw. Schaffung von Anreizen zur getrennten Sammlung gehört einerseits, kontraproduktive Bestimmungen aufzuheben, wie die Abgeltungsverordnung.

Gewerbebetriebe sind ja ohnehin verpflichtet, sich um ihren Abfall zu kümmern, es könnten darüber hinaus weitere Anreize zur besseren Trennung der Abfälle geschaffen werden, indem entweder eine schärfere Trennpflicht eingeführt wird oder eine Restmüllsteuer, deren Steuereinnahmen zweckgebunden für weitere Optimierungen im Bereich der Abfallwirtschaft eingesetzt werden können.

Andererseits könnten auch Anreize für die Schaffung einer Vorsammellogistik geschaffen werden. Eine effiziente Vorsammellogistik ist bspw. in Kunststoffbereich von hoher Wichtigkeit, da eine Vorsortierung von derartigen Abfällen bei großen gewerblichen Abfallproduzenten die Sortieranlagen entlasten kann (ARA, 2019b). Eine weitere Option ist die Errichtung von Vorsammellogistiken an Supermärkten, da dies nicht nur die sortenreine Vorsammlung des Supermarktes fördern könnte, sondern dies kann auch für die Bürger_innen freigegeben werden und ermöglicht ihnen eine sortenreine Sammlung kombiniert mit der Erledigung ihres Einkaufs (Allesch et al., 2019).

Maßnahmenbündel 4: Green Logistics bei der Sammlung und Transport von Altstoffen

Dieses Maßnahmenbündel beinhaltet die Etablierung nachhaltiger Logistikkonzepte im Bereich der Entsorgung und umfasst folgende in **Tab. O_9-02_04** genannten Einzelmaßnahmen:

⁶ Da in den nächsten Jahren die Sammlung im Bereich Kunststoff von Haushalten und Kleingewerbe um 40 % erhöht werden soll, wird empfohlen, dass ASZ und Recyclinghöfe auch für die Kleingewerbetreibenden zugänglich gemacht werden und diese dort ihre Kunststoffabfälle abgeben können (ARA, 2019a). Ein derartiges Konzept existiert etwa schon beim *Bezirksabfallverband (BAV) Steyr-Land*, wo bereits die Dienste für Gewerbetreibende angeboten werden.

Einzelmaßnahme**Instrument-Typ****Fokussierte Akteur_innengruppe**

1. Umstellung der Sammelfahrzeuge auf alternative Antriebe	Strukturelle Änderung, Förderung	Entsorger_innen
2. Schaffung eines optimalen Anschlusses der Sammelfahrzeuge zur Bahn	Strukturelle Änderung	Entsorger_innen und Unternehmen

Tab. O_9-02_04:
Einzelmaßnahmen zu
Maßnahmenbündel 4. Quelle:
Eigene Darstellung.

// **Tab. O_9-02_04:** Individual
measures for the fourth bundle
of measures. Source: Own
illustration.

– *Einzelmaßnahme 1: Umstellung der Sammelfahrzeuge auf alternative Antriebe*

Entsorgungsfahrzeuge im kommunalen Raum unterliegen einem speziellen Nutzungskontext, in dem sie mehrheitlich einem *Stop-and-go*-Verkehr unterliegen. Dies führt zu einer sehr hohen Belastung der Bremsen und anderer Verschleißteile sowie hoher Lärm- und Schadstoffbelastung in Wohngebieten. Der Bremsverschleiß könnte beim Einsatz von teil oder vollelektrisch betriebenen Fahrzeugen deutlich verringert werden. Zudem können so die vielen Bremsungen durch die Rekuperation zur Energierückgewinnung genutzt werden (Altenberg et al., 2017). Eine derartige Umstellung bietet nicht nur einen positiven Effekt für die Umwelt im Sinne der Emissionsreduktion, sondern, speziell im Bereich der E-Mobilität, auch eine signifikante Reduktion von Lärm, insbesondere in Wohngebieten (Kirchhoff, 2018).

Rein batteriebetriebene, *vollelektrische* Abfallsammelfahrzeuge sind sehr schwer und deren Umweltnutzen aufgrund der enormen Batteriekapazität fraglich, daher ist in der Sammellogistik auf andere alternative Antriebe zu setzen (Kirchhoff, 2018). Kurzfristig können Erdgassammelfahrzeuge aufgrund verbesserter Schadstoff- und Klimabilanz Vorteile gegenüber der Dieselschnelltechnologie bieten. Als Brückentechnologie in eine elektrifizierte und von fossilen Energien entkoppelte Sammelfahrzeug-Logistik im kommunalen Bereich kommt aber wohl besonders den Hybrid-Technologien (d. h. Kombination von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb) eine wichtige Rolle zu – sowohl bezogen auf den primären Antrieb des Fahrzeugs (z. B. elektrisches Anfahren) als auch auf die sekundären Antriebe zum Beladen (z. B. elektrisches, geräuscharmes Heben der Sammeltonnen). Diese Technologien sind seit geraumer Zeit erprobt, Einsparungen im Betrieb nachgewiesen, aber aufgrund fehlender Skalierung teils immer noch mit erhöhten Investitionskosten behaftet. Zunehmend sind auch Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge, auch als *Range-Extender für elektrische Fahrzeuge mit kleinerer Batteriekapazität, verfügbar*.

Um diesen Umstieg zu erleichtern, sollten Förderungen für die Diffusion alternativer Antriebe mit nachgewiesenermaßen reduzierten Lärm, Klima und Schadstoff-Profil geschaffen werden. Die Ausschreibungen für die Fahrzeugbeschaffung bzw. den Fuhrpark sollten verpflichtend den Gesamtnutzen für die Bevölkerung (Klima-Emissionen, Abgase/Schadstoffe, Lärm) und die *Total-Cost-of-Ownership* (TCO), statt verengt die Anschaffungskosten, priorisieren.

Alternative Antriebe, wie Hybrid oder Elektromotoren sind erwiesenermaßen deutlich günstiger in der Wartung als der Stand der Technik (Diesel).

– *Einzelmaßnahme 2: Schaffung eines optimalen Anschlusses der Sammelfahrzeuge zur Bahn*

Ein Umstieg des Abfalltransports auf die Bahn würde gegenüber dem herkömmlichen Transport auf der Straße gewisse Vorteile bieten, bspw. der niedrigere Energieverbrauch und die erhöhte Ressourceneffizienz (Schilling, 2013). Zudem kann ein Transport mit der Bahn auch einen flexibleren Zeitplan ermöglichen, da bei einer Anlieferung mit dem LKW eine sofortige Entladung, oft unter Zeitdruck, erfolgen muss. Die Bahn erlaubt ein individuelleres Zeitmanagement. Diesbezüglich ist auch zu erwähnen, dass durch die Vermeidung von Stauzeiten sowie die Güterbeförderung in der Nacht, die in Österreich nur lärmarmen LKWs gestattet ist, die Abfälle mit der Bahn pünktlicher angeliefert werden können (Wildt, 2013).

Trotz der vielen Vorteile des Abfalltransports auf Schiene gibt es zahlreiche Herausforderungen, beginnend mit dem oft fehlenden direkten Gleisanschluss, was dazu führt, dass für die letzte Meile ein LKW genutzt werden muss. Auch muss genau überprüft werden, ab welcher Kilometerzahl ein Transport via Bahn ökologisch vorteilhafter ist im Vergleich zu einem Transport via LKW. Generell müsste die Bahn-Infrastruktur in Österreich dafür ausgebaut werden, auch in Bezug auf Waggonmaterial und Zubringerdienste bzw. müssten nicht genutzte Anschlussgleise wieder stärker genutzt werden (siehe hierzu auch Option 9_01). Zudem haben insbesondere kleinere Firmen nicht so große Abfallmengen, um einen ganzen Zug zu füllen. Um dieses Problem zu minimieren und Abfalltransport per Bahn preislich attraktiver zu gestalten, hat das Land Salzburg z. B. bereits Förderungen für einzelne Waggonen in Höhe von 200 Euro pro Waggon mit maximal 25.000 Euro pro Unternehmen und Jahr geschaffen (Land Salzburg, 2020). Für die übrigen strukturalen Ausbauten könnten weitere Förderungen geschaffen werden. Ein wesentlicher Punkt beim Bahnanschluss stellt die Standortfrage dar.

Maßnahmenbündel 5: Digitalisierungsoffensive – Containermanagement sowie Wiederverwendungs-, Recycling-, und Entsorgungslogistik (*Smart Recycling*)

Dieses Maßnahmenbündel beinhaltet die Nutzung digitaler Lösungen zur Verbesserung der Entsorgungseffizienz, sowie der damit verbundenen Kosten- und Ressourcenersparnis und umfasst folgende in **Tab. O_9-02_05** aufgelisteten Einzelmaßnahmen:

Einzelmaßnahme

Instrument-Typ

Fokussierte Akteur_innengruppe

1. Durchgängige Nutzung eines digitalen Datenmanagements bei der Recycling- und Entsorgungslogistik	Strukturelle Änderung, Förderung	Entsorger_innen und Politik/Regierung
2. Optimierung von Tourenplanung und Auslastung durch On-board-Systeme auf allen Sammelfahrzeugen und IT basierter Routenoptimierungssysteme	Strukturelle Änderung	Entsorger_innen

Tab. O_9-02_05:
 Einzelmaßnahmen zu
 Maßnahmenbündel 5. Quelle:
 Eigene Darstellung.

// **Tab. O_9-02_05:** Individual
 measures for the fifth bundle
 of measures. Source: Own
 illustration.

– *Einzelmaßnahme 1: Durchgängige Nutzung eines digitalen Datenmanagements bei der Recycling- und Entsorgungslogistik*

Digitalisierung ist ein wichtiger *Enabler*, um Produkte und Materialien im Kreis zu führen (acatech et al., 2021; Hansen et al., 2020). Hierzu tragen digitale Funktionen von Produkten und Infrastrukturen bei (Alcayaga, Wiener & Hansen, 2019). Für die Gestaltung von Kreislaufwirtschaftssystemen kann daher die Digitalisierung der Infrastruktur einen wichtigen Beitrag leisten: Ein besseres Datenmanagement kann in vielen Bereichen für die Entsorgungslogistik angewandt werden. Bspw. bei der **Messung von Füllständen von Containern können Sensoren genutzt werden, um** derartige Daten zu generieren und um diese an die Entsorger weiterzuleiten. Zusätzlich dazu können **Sammelfahrzeuge mit mobilen Sensoren ausgestattet** werden, um zusätzliche Informationen zu gesammelten Abfällen zu erfassen, die dann in Echtzeit an die Sortier- oder Verwertungsanlage weitergeleitet werden können. Auch der Zustand der Fahrzeuge kann so ermittelt werden, um die Reparaturen optimieren zu können (Bienzeisler, 2019). All dies trägt zur Einsparung von Kosten und Ressourcen bei. **Wertstoff-scanner, Chip-Systeme oder Transponder** ermöglichen eine **verursacher-gerechte Zuordnung bzw. Abrechnung der Abfälle** bei der Entleerung⁷, was zu einem geringeren Anteil von Wertstoffen im Restmüll führt. Digitalisierung sollte darüber hinaus weitergedacht werden, als nur in Bezug auf die Recycling- und Abfallwirtschaft (bspw. als Verknüpfung der Daten mit der Produktion).

Forschung und Entwicklung sollte in diesem Bereich durch Förderungen und Ausschreibungen der öffentlichen Hand vorangetrieben werden. Pilotprojekte könnten finanziell unterstützt werden.

Eine Herausforderung ist die Durchsetzung von Sensoren in Containern zur Messung des Füllstandes in der kommunalen Sammlung, da dies zwar bei Metall und Glas gut funktioniert, nicht jedoch bei Restmüll und Leichtverpackungen. Zudem braucht es Personal, um die Daten auszuwerten und zu interpretieren (Bienzeisler, 2019). Um diese Sensoren flächendeckend zu nut-

⁷ In Bezug auf die verursachungsgerechte Zuordnung bzw. Abrechnung der Abfälle durch die Unterstützung von Digitalisierungsmaßnahmen muss allerdings kritisch betrachtet werden, dass dadurch gegebenenfalls die Gefahr für *Littering* und ‚wilde‘ Entsorgung steigen kann, damit der Verursacher Kosten spart. Hierzu muss weitere Forschung betrieben werden, damit dieses Problem nicht auftaucht.

zen, können Förderungen oder steuerliche Anreize genutzt werden. Und schließlich ist – wie bei allen Entwicklungen der Digitalisierung und verstärkten Sammlung und Nutzung von Daten – auf den entsprechenden Datenschutz zu achten, damit Bürger_innen auch ein entsprechendes Vertrauen in die Technologien entwickeln.

– *Einzelmaßnahme 2: Optimierung von Tourenplanung und Auslastung durch On-board-Systeme auf allen Sammelfahrzeugen und IT-basierte Routenoptimierungssysteme*

Ein derartiges Routenoptimierungssystem hat zahlreiche Vorteile, wie eine effizientere Sammlung von Abfall bei gleichzeitiger Reduktion von Treibstoff. Zudem kann eine intelligente Routenplanung, die auch durch optimiertes digitales Datenmanagement ermöglicht wird, zu einer Verkehrs- und Staureduktion führen (Friedrich & Fritz, 2020). Konkret wird im Bereich des Glas-Recyclings das Einsparungspotenzial durch derartige IT-basierte Routenoptimierungen auf bis zu 30 % des Aufwandes und der Kosten der Abfallsammlung durch den Einsatz von Sensoren in Glassammelbehältern geschätzt (Green Tech Cluster, 2019). Hinzu kommt, dass ab 2023 *On-board-Systeme*, die Fahrzeugdaten erfassen können und somit ebenfalls zur Routenoptimierung beitragen können, verpflichtend in Ausschreibungen verlangt werden.

Eine Herausforderung ist, dass für die Routenoptimierung die grundlegenden Systeme flächendeckend adaptiert werden müssen, da ansonsten vielleicht Container, die nicht in das System integriert sind, übersehen werden können bzw. die Optimierung nicht vollständig durchgeführt werden kann. Darum ist die erfolgreiche Durchsetzung von Einzelmaßnahmen eines dieses Bündels von hoher Relevanz.

Maßnahmenbündel 6: Optimierung der Container und Sammelsysteme

Dieses Maßnahmenbündel setzt den Schwerpunkt auf die Umstellung auf vorteilhafte und effiziente Sammelsysteme. Grundlegend sollte das Entleerungsmanagement in Abhängigkeit von der Befüllung optimiert werden. Weitere Einzelmaßnahmen sind Sondersammelsysteme für den mehrgeschossigen Wohnbau (z. B. Mini-ASZs in Müllräumen), damit Abfall noch besser getrennt werden kann oder ein flächendeckendes Angebot von Biotonnen mit Biofilterdeckel entsteht. Folgende in **Tab. O_9-02_06** genannten Maßnahmen werden unten näher beschrieben:

– *Einzelmaßnahme 1: Flächendeckende Umstellung von Schüttsystemen auf Hub-systeme bei der Entsorgungslogistik*

Einzelmaßnahme	Instrument-Typ	Fokussierte Akteur_innengruppe
1. Flächendeckende Umstellung von Schüttsystemen auf Hubsysteme bei der Entsorgungslogistik	Strukturelle Änderung	Entsorger_innen
2. Forcierung der Sammlung in Unterflursystemen sowohl für gewerbliche Sammlung als auch im öffentlichen Raum	Strukturelle Änderung, Förderung	Entsorger_innen und Politik/Regierung

Tab. O_9-02_06:
Einzelmaßnahmen zu
Maßnahmenbündel 6. Quelle:
Eigene Darstellung.

// **Tab. O_9-02_06:** Individual
measures for the sixth bundle of
measures. Source: Own illustration.

Speziell im Bereich der Glasentsorgungslogistik soll die Umstellung auf Hubsysteme forciert werden. Generell kann die Entleerung der Sammelbehälter auf die Sammelfahrzeuge entweder im Schüttsystem, (d. h. durch Kippen des Behälters), oder im Hubsystem erfolgen, bei welchem die Sammelbehälter (meist Zweikammer-Behälter – eine Kammer für Weißglas, die andere für Buntglas) mittels eines Krans über das Sammelfahrzeug gehoben wird. Durch das Öffnen der Bodenklappe erfolgt die Entleerung in die jeweilige Kammer des Sammelfahrzeuges. Hubsysteme weisen im Vergleich zu Schüttsystemen zahlreiche Vorteile auf, wie etwa ein größeres Behältervolumen sowie eine einfachere Entleerung. Ferner werden dadurch Fehlwürfe minimiert, da die Einwurfsöffnungen an die Größe von Flaschen angepasst sind. Zudem wird dadurch die Effizienz gesteigert und der CO₂-Verbrauch unter anderem dadurch reduziert, dass die für das Hubsystem konzipierten LKWs mit 25 Tonnen über mehr als dreimal so viel Fassungsvermögen verfügen wie jene, die für das Schüttsystem konzipiert sind. Dies führt dazu, dass insgesamt weniger LKWs eingesetzt werden müssen. Diese Umstellung wurde daher auch in den letzten Jahren forciert (Winter et al., 2019).

– *Einzelmaßnahme 2: Forcierung der Sammlung in Unterflursystemen sowohl für gewerbliche Sammlung als auch im öffentlichen Raum*

Gerade dort, wo wenig Platz für Container zur Verfügung steht, können Unterflursysteme genutzt werden (Bilitewski et al., 2018). Die Vorteile derartiger Systeme sind zudem die Reduktion von Lärm und unangenehmen Gerüchen und sie können mit Zugangsbeschränkungen versehen werden. Da oberirdisch nur Platz für die Einwurfstutzen benötigt wird, sind derartige Systeme gut in dichten Siedlungsgebieten wie Wohnvierteln oder Ortskernen nutzbar, mit der Einschränkung, dass unterirdisch genügend Platz vorhanden ist. Zudem bieten sie mehr Platz als herkömmliche Systeme und müssen daher weniger oft entleert werden. Dies mindert wiederum das Verkehrsaufkommen. Auch im öffentlichen Bereich bietet das System zahlreiche Vorteile, wie etwa ein reduzierter oberirdischer Flächenverbrauch von maximal 2/3 gegenüber herkömmlichen Methoden, das Brandrisiko wird eliminiert und sie bieten einen barrierefreien Zugang. Generell sind Unterflursysteme jedoch nicht nur dort und in besiedelten Gebieten, sondern auch für die Geschäftsstraßensammlung geeignet (Ulmer, 2018).

Ein Problem ist, dass derartige Systeme sehr teuer sind. Dadurch sollten sie bereits in der Planungs- bzw. Entwicklungsphase beachtet werden, um sie optimal in die Fläche einzubinden. Zudem sind auch die Logistikkosten und der Aufwand der Sammlung höher als bei der bestehenden Sammlung. Diese Probleme lassen sich jedoch durch den Einbau zusammen mit anderen baulichen Maßnahmen bzw. durch die flächendeckende Nutzung derartiger Systeme lösen (Ulmer, 2018). Ein weiteres generelles Problem von Unterflursystemen ist, dass diese im Winter vereisen können. Zudem sind Unterflursysteme nur in gewissen Bereichen höchst sinnvoll, wie etwa für die Glassammlung. Bei der Papiersammlung hingegen gibt es den Nachteil, dass keine großen Verpackungen eingeworfen werden können.

Maßnahmenbündel 7: Neuerster Stand der Technik in Sortier-, Verwertungs- und Recyclinganlagen/-betrieben

Neben der Verwendung von Qualitätsmanagementsystemen zu Sicherstellung der Qualität von Reststoffen und einer nachhaltigen Gestaltung der Energie- und Stoffströme in den Sortier- und Recyclinganlagen (z. B. durch Abwärmenutzung, Reduktion der Emissionen durch Nutzung erneuerbarer Energien, etc.) fokussiert dieses Maßnahmenbündel vor allem auf den Aufbau und

Modernisierung von High-Tech-Sortieranlagen und technologische Nachrüstung bestehender Anlagen, um das Recycling sowohl qualitativ als auch quantitativ signifikant zu verbessern.

Diese Maßnahme umfasst Investitionen zur Neuschaffung, als auch zur Modernisierung von High-Tech-Sortieranlagen und Nachrüstung bestehender Anlagen mit Robotik, digitaler Bild- und Formerkennung, *Digital Watermarking*⁸ und unterstützt durch künstliche Intelligenz. Laut Expert_inneninterviews befinden sich viele Sortieranlagen Österreichs am Ende der Lebensdauer und müssten umfassend erneuert werden. Die Verbrennung nimmt dabei in zukünftigen Szenarien nur noch eine Nebenrolle ein (z. B. Schadstoffentfrachtung), da im Rahmen der Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft die Wiederverwendung von Produkten, Komponenten und Materialien im Vordergrund steht (acatech et al., 2021; Hansen & Revellio, 2020). Daher muss man sich von der unbehandelten Verbrennung verabschieden und alles, was sinnvoll ist, aus den Abfällen an Wertstoffen herauszuholen, auch tatsächlich extrahieren (z. B. durch Vorschaltanlagen, wie sie in Italien bereits entwickelt werden). Es sollte ein investitionsfreundliches Klima für Unternehmen seitens der Politik geschaffen werden.

Eine Modernisierung und der Aufbau neuer, moderner Sortieranlagen sind schon allein durch die heterogene Zusammensetzung von Produkten und damit auch von Abfällen von großer Wichtigkeit (Allesch et al., 2019). Zudem kann eine bessere Sortierung die Qualität und Quantität von Rezyklaten auf dem Markt erhöhen, wodurch diese verstärkt im Kreislauf bleiben (Procter & Gamble (P&G), 2019). Um die seitens der EU vorgegebene Sortiertiefe von 80 % zu erreichen (im Kunststoffbereich, um die Recyclingquote von 50 % zu schaffen), braucht es für die Aufrüstung der Sortieranlagen nicht nur hohe Investitionen in Höhe von 150 Millionen Euro bis 2023, sondern auch Technologien wie Nahinfrarotspektroskopie oder elektromagnetische Sensoren (Allesch et al., 2019) sowie ein besseres Verständnis über die Abfallzusammensetzung. Kenntnisse über letzteres können durch Wertstoffscanner gewonnen werden, die vor der eigentlichen Sortierung diese Daten liefern (Allesch et al., 2020). Eine Möglichkeit, um Sortieranlagen zu modernisieren, ist die Nutzung von Sortierrobotern, die durch künstliche Intelligenz Abfallstoffe anhand verschiedener Kriterien, wie etwa Form, Farbe oder Material, sortieren können. Ein Vorreiter dieser Technologie wird in Unterkapitel C.X.6.3.3 dargestellt. Ein zweites modernes Mittel zur besseren Sortierung ist die Nutzung von digitalen Wasserzeichen, die im Rahmen des Projektes *HolyGrail* evaluiert wurden. Diese Zeichen werden entweder auf die bedruckte Ummantelung oder in die Oberflächenstruktur der Flasche selbst integriert, ohne dass den Konsument_innen diese Markierung direkt sichtbar gemacht wird (bzw. wenig Platz für diese Markierung verbraucht wird). Diese beinhalten einen Code, welcher durch Bilderkennung automatisch erkennbar macht, um welchen Stoff es sich handelt. Die Vorteile digitaler Wasserzeichen sind die Ermöglichung von viel feinerer und qualitativerer Sortierung, die Nachrüstung mit hierfür ausgerichteter Technologie ist kapitalsparender als für alternative neue Erkennungsmethoden, da sie für herkömmliche Bilderkennung ausgerichtet werden können. Weiterhin kann das Wasserzeichen auch für andere Prozesse genutzt werden, wie etwa eine bessere Kund_innentransparenz bzgl. der genutzten Materialien (P&G, 2019), darüber hinaus ist das Schadstoffmanagement bei Anlagen und die Kapazitäten zum

⁸ Anmerkung: *Watermarking* oder ähnliche Markierungen von Produkten können nicht durch die Recyclingbetriebe eingeführt werden, sondern müssen in Kooperation mit den Produktherstellern und dem Handel erfolgen.

Ausschleusen von Schadstoffen ein wichtiges Thema (in Zusammenhang mit Option 12_02). Neben einem schadstofffreien Produktdesign (was die erste Strategie sein sollte), ist dies notwendig für nachhaltiges Recycling, da sonst Schadstoffe in den Prozess gelangen.

Eine Herausforderung ist, dass es für diese Investitionen Anreize und/oder Förderungen benötigt, zumal die vorgestellten Technologien wie elektromagnetische Sensoren sehr kostspielig sind (Allesch et al., 2019). Speziell bei digitalen Wasserzeichen besteht der Nachteil, dass durch die Mindestgröße von 1 cm² pro Zeichen keine *Flakes* – bereits recycliertes PET-Material – sortiert werden können, da diese in der Regel kleiner sind (Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), 2020). Zudem müssen diese Zeichen vor einer flächendeckenden Nutzung noch eingehender untersucht werden, weshalb das Projekt *HolyGrail 2.0* gestartet wurde (LAGA, 2020; P&G, 2019).

09_02.3.2 Erwartete Wirkweise

Die Umsetzung dieser Option würde maßgeblich zur Erreichung von Target 9.1 – im Teilbereich Wiederverwendungs- und Recyclinginfrastruktur – beitragen. Sie trägt zum Aufbau einer hochwertigen, verlässlichen, nachhaltigen und widerstandsfähigen Infrastruktur bei, um die regionale wirtschaftliche Entwicklung und das menschliche Wohlergehen zu unterstützen.

Als Vorteile sind zu nennen, dass eine moderne, stabile und nachhaltigkeitsorientierte Wiederverwendungs- und Recyclinginfrastruktur die heimische Wirtschaft stärkt, eine Resilienz gegenüber Krisen schaffen kann (indem z. B. mit Mengenschwankungen der Abfall- und Wertstoffströme aufgrund wirtschaftlicher oder sozialer Krisen besser umgegangen werden kann) und Umweltwirkungen reduziert. Eine verbesserte Kreislaufwirtschaft, die mit dieser Option unterstützt wird, schont Ressourcen und vermindert Emissionen.

Das jeweilige erwartete Transformationspotential der Einzelmaßnahmen ist differenziert zu betrachten: während gewisse Einzelmaßnahmen ein geringes Potential aufweisen (z. B. verpflichtende Rücknahme von Verpackungen durch den Versandhandel), ist davon auszugehen, dass Maßnahmen, wie etwa die Modernisierung und technologische Nachrüstung von High-Tech-Sortieranlagen ein hohes Transformationspotential, jedoch auch ein hohes Investitions- und Kostenpotential aufweisen. Ebenso variiert der damit einhergehende Aufwand, die jeweiligen Maßnahmen umzusetzen. Insgesamt ist durch eine Kombination der Einzelmaßnahmen gewährleistet, dass über mehrere Hebel parallel ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird, der dazu beiträgt, die eben beschriebenen Entwicklungen zu unterstützen.

Herausforderungen, potentielle Konflikte und Barrieren wurde bereits teilweise bei der Beschreibung der Einzelmaßnahmen aufgeführt. Zusammenfassend sind die wesentlichen Herausforderungen die österreichweite Harmonisierung der Sammelsysteme, die Schaffung von (ökonomischen) Anreizen zur verstärkten Trennung und Sammlung von Abfällen im kommunalen und gewerblichen Bereich und die Unterstützung von Betrieben im Hinblick auf die Digitalisierung und Modernisierung ihrer Fahrzeuge und Anlagen.

Eine direkte Messung der Wirkung der Option ist schwierig durchzuführen, da bspw. die Angabe über die Anzahl der Sortieranlagen oder über die Anzahl der eingesetzten Sammelfahrzeuge noch nichts über deren Effizienz bzw. Effektivität aussagt. Letztlich können die Verbesserungen, die mittels dieser Option erreicht werden, über Kennziffern wie Sammel- und Verwertungsquoten der einzelnen Abfall- und Wertstofffraktionen abgebildet werden

(Synergien zu SDG 11 und 12). Dies stellt aber nur eine Quantifizierung der Folgewirkungen dar. Informationen über den Technologisierungs- bzw. Digitalisierungsgrad in der Verwertungs- und Recyclinginfrastruktur sind ebenso schwierig indirekt zu erheben.

09_02.3.3 Bisherige Erfahrungen mit dieser Option oder ähnlichen Optionen

Best-Practice Beispiele (z. B. aus anderen Ländern) mit ähnlichen Optionen bzw. Maßnahmen wurden bereits im Fließtext kurz genannt. Zusätzliche Beispiele werden in **Tab. O_9-02_07** dargestellt:

Maßnahmenbündel bzw. Einzelmaßnahme	Konkretes Beispiel (inklusive Land)	Punktuelle Inhalte bzw. Erfahrungen
Maßnahmenbündel 1 – Einzelmaßnahme 3	Recyclingkaufhaus ReTuna Återbruksgalleria, Schweden	Die ReTuna Återbruksgalleria in Eskilstuna, Schweden ist das erste weltweite Recyclingkaufhaus. Das Kaufhaus öffnete im August 2015 und befindet sich neben einem Recyclingzentrum, wo die Bürger_innen alte Produkte abgeben können, die dann in insgesamt 13 Läden verwertet, repariert und verkauft werden. Die Produktpalette reicht von Kleidung über Möbel bis hin zu Werk- und Spielzeug sowie einem Café. Im Jahr 2018 hat das Kaufhaus mit diesen Produkten 11,8 Millionen SEK (1,1 Millionen Euro) umgesetzt. Zusätzlich bietet das Kaufhaus Vorträge, Konferenzen, Veranstaltungen und Thementage mit Fokus auf Nachhaltigkeit. Zudem können dort Konferenzräume für Meetings mit Fokus auf Nachhaltigkeit gebucht werden (ReTuna Återbruksgalleria, 2020).
Maßnahmenbündel 4 – Einzelmaßnahme 1	Berliner Stadtreinigung, Deutschland	Die Berliner Stadtreinigung, das größte kommunale Entsorgungsunternehmen in Deutschland, versucht bereits, einen Teil der Sammel- und Nutzfahrzeugflotte auf Elektro umzustellen. Grundsätzlich sollen bis 2025 70 % des Fuhrparks den Standard Euro 6 aufweisen und 20 % soll mit alternativen Antrieben betrieben werden. Auch bei Abfallsammelfahrzeugen, die mit Diesel und Gas betrieben werden, soll ein emissionsreduziertes und energieoptimiertes Konzept erreicht werden. Das System soll bei Betrieb auf erster Stufe 25 % Kraftstoff einsparen. Ein Wert, der ab 2020 mit zusätzlicher Start-Stopp-Automatik auf 33 % ansteigen soll. Bereits im Mai 2019 waren 165 Abfallsammelfahrzeuge (50 % der ASF) mit Biogas betrieben, bis 2021 sollen zu den mit Biogas betriebenen 74 ASF mit Nachrüstkatalysator hinzutreten (Berliner Stadtreinigung (BSR), 2019).

<p>Maßnahmenbündel 5 – Einzelmaßnahmen 1 & 2</p>	<p>Internet of Bins SSI Schäfer, Deutschland</p> <p>Internet of Bins EU-Projekt, Griechenland und Albanien</p>	<p>Bei SSI Schäfer, gibt es das Internet of Bins, um alle Prozesse rund um die Abfallbehälter zu vernetzen. Der IOB-fähige Behälter enthält einen QR-Code mit einer Seriennummer, der direkt auf ein Kundenportal verlinkt, wodurch Kund_innen Zugriff auf ihre Entleerungszeiten und -daten haben und individualisierte Informationen zum Thema Abfall und Recycling erhalten. Weiters beinhalten die Behälter auch Sensoren, um Füllstände, Temperaturen etc. zu überwachen, wodurch die Routen des Entsorgers optimiert werden können (SSI Schäfer, 2020).</p> <p>Das zweite Internet of Bins ist ein EU-Projekt, welches durch das Interreg-Programm Greece-Albania 2014-2020 mit einem Budget von über 650.000 Euro gefördert wurde. Das Projekt hat unter anderem das Ziel, in beiden Ländern nicht nur smarte Lösungen für das hiesige Abfallmanagement und das Monitoring bereitzustellen und zu implementieren, sondern es sollen auch Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt werden. Ein Beispiel hierfür wäre die Nutzung von Datenmanagement, um die Abfallsammlung zu optimieren. Die Gemeinden, die von dem Projekt profitieren, sind die Gemeinden Ziros (Griechenland), Metsovo (Griechenland) und Saranda (Albanien) (Gemeinde Ziros, 2020).</p>
<p>Maßnahmenbündel 7 – Einzelmaßnahme 1</p>	<p>Sortierroboter Zenrobotics, Finnland</p>	<p>Die 2007 gegründete Firma Zenrobotics produziert mit künstlicher Intelligenz ausgestattete Sortierroboter. Zenrobotics war weltweit das erste Unternehmen, welches derartige Roboter produziert hat. Die Roboter können weiters durch die Sensortechnologie den Abfallstrom konstant überwachen und in Echtzeit analysieren. Basierend auf dieser Analyse kann der Roboter autonom entscheiden, welche Objekte aussortiert werden. Die Vorteile der Nutzung von Sortierrobotern sind, dass sie schneller und besser sortieren als Menschen. Zudem können sie sich an Veränderungen im Abfallstrom anpassen und sich so neue Sortieraufgaben antrainieren. Ferner können die Produkte nach verschiedenen Kriterien, wie Material, Form oder Farbe, sortiert werden (ZenRobotics, 2020).</p>

Tab. O_9-02_07: Erfahrungen aus anderen Ländern mit ähnlichen Optionen bzw. Maßnahmen – Überblick. Quelle: Eigene Darstellung.

// Tab. O_9-02_07: Overview of best practice examples from other countries regarding similar options for action. Source: Own illustration.

09_02.3.4 Zeithorizont der Wirksamkeit

Der Zeithorizont der Umsetzung reicht für die sieben Maßnahmenbündel von kurzfristig (z. B. Harmonisierung des Sammelsystems) über mittelfristig (z. B. Umstellung der Transportmittel auf alternative Antriebsarten) bis hin zu langfristig (z. B. Modernisierung der Sortieranlagen, Schaffung von Anschlussbahnen). Da einige der infrastrukturellen Maßnahmen größere Investitionen und strukturelle Änderungen in Anspruch nehmen, ist eine sichtbare Wirkung der Maßnahmen erst mittel- bis langfristig zu erwarten (mind. zwei Jahre bis länger als fünf Jahre).

09_02.3.5 Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann

Es ist keine Option im Rahmen des *UniNEtZ*-Projektes bekannt, mit der das gleiche Ziel erreicht werden kann. Partiiell werden ähnliche Themenbereiche im Rahmen von Target 11.6 abgehandelt. Innerhalb der Maßnahmenbündel, d. h. zwischen spezifischen Einzelmaßnahmen, bestehen natürlich gewisse synergetische bzw. komplementäre Wirkungen, welche bereits im Fließtext der Optionenbeschreibung genannt wurden.

09_02.3.6 Interaktionen mit anderen Optionen

In **Tab. O_9-02_08** werden die potentiellen Interaktionen der Maßnahmenbündel dieser Option auf einzelne Targets skizziert. Die Darstellung der Interaktionen zu Optionen anderer SDG-Arbeitsgruppen kann erst erfolgen, sobald alle Option zur Verfügung stehen.

Bezug zu Target und SDG

Kurzerklärung

<p>3.9 „Bis 2030 die Zahl der Todesfälle und Erkrankungen aufgrund gefährlicher Chemikalien und der Verschmutzung und Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden erheblich verringern“</p>	<p>Durch eine nachhaltigkeitsorientierte Verwertung und Entsorgung mithilfe einer sicheren, zuverlässigen, modernen und nachhaltigen Infrastruktur wird der Verunreinigung von Luft, Wasser und Boden entgegengewirkt und damit auch die Erkrankungen und Todesfälle potentiell reduziert.</p>
<p>6.3 „Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und eine beträchtliche Steigerung der Wiederaufbereitung und gefahrlosen Wiederverwendung weltweit verbessern“</p>	
<p>SDG 7, insb. 7.b „Bis 2030 die Infrastruktur ausbauen und die Technologie modernisieren, um in den Entwicklungsländern und insbesondere in den am wenigsten entwickelten Ländern, den kleinen Inselentwicklungsländern und den Binnenentwicklungsländern im Einklang mit ihren jeweiligen Unterstützungsprogrammen moderne und nachhaltige Energiedienstleistungen für alle bereitzustellen“</p>	<p>Durch die Modernisierung der Sortier- und Recyclinganlagen (auch in Hinblick auf Energieeffizienz und Nutzung von erneuerbaren Energien), die vermehrte Nutzung von alternativen Antriebsarten und einer vermehrten Nutzung der Schiene als Transportmittel beim Abfalltransport wird die Zielerreichung von SDG 7 unterstützt.</p>
<p>11.6 „Bis 2030 die von den Städten ausgehende Umweltbelastung pro Kopf senken, unter anderem mit besonderer Aufmerksamkeit auf der Luftqualität und der kommunalen und sonstigen Abfallbehandlung“</p>	<p>Eine verbesserte Verwertungs- und Recyclinginfrastruktur reduziert die Umweltbelastung pro Kopf in den Städten.</p>
<p>12.4 „Bis 2020 einen umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien und allen Abfällen während ihres gesamten Lebenszyklus in Übereinstimmung mit den vereinbarten internationalen Rahmenregelungen erreichen und ihre Freisetzung in Luft, Wasser und Boden erheblich verringern, um ihre nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken“</p> <p>12.5 „Bis 2030 das Abfallaufkommen durch Vermeidung, Verminderung, Wiederverwertung und Wiederverwendung deutlich verringern“</p>	<p>Alle Maßnahmen der hier vorgestellten Option sind eine grundlegende Basis zur Erreichung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft und unterstützten daher die Erreichung der Targets 12.4 und 12.5 und der damit zusammenhängenden Optionen.</p>

Tab. O_9-02_08: Interaktionen der Maßnahmenbündel mit anderen Targets. Quelle: Eigene Darstellung.

// Tab. O_9-02_08: Interactions between the bundles of measures and other targets. Source: Own illustration.

09_02.3.7 Offene Forschungsfragen

– Forschung bzw. vermehrte *predictive analyses* werden zukünftig eine große Rolle spielen, da es wichtig ist, zu wissen, welche Abfälle in fünf bis zehn Jahren präsent sein werden.

Literatur

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Circular Economy Initiative Deutschland (CEID) & SYSTEMIQ. (2021). Circular Business Models: Overcoming Barriers, Unleashing Potentials. Report of the Working Group on Circular Business Models, Circular Economy Initiative Deutschland (Final Report). München: acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. (acatech) <https://en.acatech.de/publication/circular-business-models-overcoming-barriers-unleashing-potentials/> [1.4.2021]. doi: 10.13140/RG.2.2.24264.44802
- Alcayaga, A., Wiener, M. & Hansen, E. G. (2019). Towards a framework of smart-circular systems: An integrative literature review. *Journal of Cleaner Production*, 221, 622–634. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.085>
- Allesch, A., Gabriel, V., Gloser, S., Kranzinger, L., Kreindl, G., Meirer, M. et al. (2020). Recyclingziele 2025/2030. Wien: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV).
- Allesch, A., Gloser, S., Hrad, M., Kranzinger, L., Kreindl, G., Meirer, M. et al. (2019). Fokus: Abfallwirtschaft: Maßnahmen zur Erreichung der geplanten Recyclingziele. Wien: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV).
- Altenberg, S., auf der Maur, A., Labinsky, A., Eckert, S., Faltenbacher, M., Reuter, B. et al. (2017). Nullemissionsfahrzeuge: Vom ökologischen Hoffnungsträger zur ökonomischen Alternative. Stuttgart: Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie Baden-Württemberg GmbH. <https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publicationen/Studien/NFZ-Studie.pdf> [4.4.2021].
- Altstoff Recycling Austria (ARA). (Hrsg.) (2019a). Rohstoff Kunststoff: Ressourcen und Kreislaufwirtschaft neu denken und machen. Wien. https://www.ara.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Kunststoffbroschuere/ARA_Kunststoffbroschuere.pdf [4.4.2021].
- Altstoff Recycling Austria (ARA). (2019b). Herausforderung Kreislaufwirtschaftspaket. <https://www.wko.at/branchen/information-consulting/entsorgungs-ressourcenmanagement/unterlage-ara-partnerevent-2019.pdf> [4.4.2021].
- APA-OTS Originaltext-Service GmbH. (2020). Österreich erreicht 2019 EU-Sammelquote für Gerätealtbatterien. https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20201015_OTS0093/oesterreich-erreicht-2019-eu-sammelquote-fuer-geraetealtbatterien-bild [4.4.2021].
- Berliner Stadtreinigung (BSR). (Hrsg.) (2019). Alternative Antriebe für Nutzfahrzeuge. <https://www.electric-trucks.de/images/stories/VPP-2019/Vortrag-Wolfgang-Wuellhorst.pdf> [4.4.2021].
- Bienzeisler, B. (2019). Smart City oder die Digitalisierung der Abfallwirtschaft?! *Abfallwirtschaft Digital*, 18–24.
- Bilitewski, B., Wagner, J. & Reichenbach, J. (2018). Bewährte Verfahren zur kommunalen Abfallbewirtschaftung. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (UBA). https://www.cleaner-production.de/images/BestPractice/data_de/2018-05-30_texte_39-2018-verfahren-kommunale-abfallwirtschaft_0.pdf [4.4.2021].
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). (Hrsg.) (2020). Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich: Statusbericht 2020. Wien. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp/bawp.html [4.4.2021].
- Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT). (Hrsg.) (2017). Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017 Teil 1. Wien. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp/bawp.html [4.4.2021].
- Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA). (2020). ATA - Ad-hoc-Ausschuss Kennzeichnung / Identifizierung von Kunststoffen. https://www.laga-online.de/documents/kik_bericht_18_1591617236.-v_06022020f [4.4.2021].
- Elektroaltgeräte Koordinierungsstelle Austria GmbH (EAK). (Hrsg.) (2020). Tätigkeitsbericht 2019. Wien. https://www.eak-austria.at/presse/TB/Taetigkeitsbericht_2019.pdf [4.4.2021].
- Ellen MacArthur Foundation (EMF). (2013). Towards the Circular Economy 1: Economic and business rationale for an accelerated transition. <http://ellenmacarthurfoundation.org/> [4.4.2021].
- Europäische Kommission (EC). (2020). Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft: Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Brüssel. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75e-d71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF [4.4.2021].
- Farfetch. (Hrsg.) (2020). Understanding the Environmental Savings Of Buying Pre-Owned Fashion. https://cdn-static.farfetch-contents.com/content/UP/PRODUCTION/LANDING-PAGES/SUSTAINABILITY-CALC/Unders-tanding%20the%20Environmental%20Savings%20of%20Pre-owned_Farfetch%20Report%202020.pdf [4.4.2021].
- Friedrich, K. & Fritz, T. (2020). Technologische Entwicklungen in der sensorgestützten Sortierung und Robotik und ihre Auswirkungen auf die Abfallbehandlungsvorgehen in der Steiermark. Leoben: Montanuniversität Leoben (MUL). https://www.wko.at/branchen/stmk/information-consulting/entsorgungs-ressourcenmanagement/ImKreiSt_Studie_Sensorgestuetzte_Sortierung.pdf [4.4.2021].
- Gemeinde Ziros. (2020). Internet of Bins. <http://internetofbins-project.eu/> [4.4.2021].
- Green Tech Cluster. (2019). Erfolgreiche Pilotphasen der Smarten Abfalltonne. <https://www.greentech.at/erfolgreiche-smart-waste-projekte/> [4.4.2021].
- Hansen, E. G. & Revellio, F. (2020). Circular value creation architectures: Make, ally, buy, or laissez-faire. *Journal of Industrial Ecology*, 24(6), 1250–1273. <https://doi.org/10.1111/jiec.13016>
- Hansen, E. G., Revellio, F., Schmitt, J. C., Schrack, D., Alcayaga, A. & Dick, A. (2020). Circular Economy erfolgreich umsetzen: die Rolle von Innovation, Qualitätsstandards & Digitalisierung (Quality Austria Whitepaper). Wien. www.quality-austria.com [4.4.2021].
- Kirchhoff, J. (2018). E-Mobilität in der Abfallwirtschaft am Beispiel des Abfallsammel-fahrzeuges. <https://www.ionica.energy/wordpress/wp-content/uploads/2018/10/Kirchhoff.pdf> [4.4.2021].
- Land Salzburg. (2020). Förderungsrichtlinien Einzelwagenverkehr im Land Salzburg. Salzburg. <https://www.salzburg.gv.at/verkehr/Seiten/anschlussbahnen.aspx> [4.4.2021].
- Otto GmbH. (2020). Altgeräte-Mitnahme. <https://www.ottoversand.at/service-hilfe/technikservices/altgeraete-mitnahme/#els=true> [4.4.2021].
- Procter & Gamble (P&G). (2019). HolyGrail: tagging packaging for accurate sorting and high-quality recycling. <https://www.newplasticseconomy.org/assets/doc/Holy-Grail.pdf> [4.4.2021].
- Pürmayr, R., Haidinger, F., Reiner, B., Frank, J. & Lang, B. (2017). Oberösterreichischer Abfallwirtschaftsplan 2017. Linz: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us_auw_Landesab-

[fallwirtschaftsplan2017_09102017.pdf](#) [4.4.2021].

ReTuna Återbruksgalleria. (2020). The world's first recycling mall is found in Eskilstuna. <https://www.retuna.se/english/about-us/> [4.4.2021].

Revilla. (2020). Revilla. <https://www.revilla.at/> [4.4.2021].

Schillinger, P. (2013). Die Ökobilanz spricht für die Bahn. *Cargo: Das Schweizer Logistikmagazin*, 3(2013), 4–6.

SSI Schäfer. (2020). Internet of bins. <https://iob.ssi-schaefer.com/internet-of-bins-de-de> [4.4.2021].

Stoifl, B. & Oliva, J. (2020). Littering in Österreich. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). <https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pubid=2337&cHash=d2caea1d-cac18a88a4e7695d0ac59b66> [4.4.2021].

Ulmer, J. (2018). Leitfaden Unterflur-Abfallsammelsysteme. Dornbirn: Gemeindeverband für Abfallwirtschaft und Umweltschutz. www.lustenau.at/media/31778/download/Leitfaden_Unterflur_Abfallsammelsysteme%20.pdf [4.4.2021].

Vereinte Nationen (UN). (2015). Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1). <http://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf> [1.4.2021].

Voßwinkel, J. S., Richert, G., Schwind, S. & Jousseume, M. (2020). Kreislauforientierte Kunststoffwirtschaft für Non-Food-Verpackungen: Anforderungen an die Umsetzung des EU-Aktionsplans Kreislaufwirtschaft. Centrum für Europäische Politik (CEP). https://www.cep.eu/fileadmin/user_upload/cep.eu/Studien/cepStudie_Kreislaufwirtschaft/cepStudie_Kreislauforientierte_Kunststoffwirtschaft_fuer_Non-Food-Verpackungen.pdf [4.4.2021].

Wildt, R. (2013). Von der Müllhalde zur Goldgrube. *Cargo: Das Schweizer Logistikmagazin*, 3(2013), 8–20.

Winter, I., Felsberger, G., Gungl, E., Mitterwallner, J., Przesdzing, K., Ritter, R. et al. (2019). Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark. Graz: Amt der Steiermärkischen Landesregierung. https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/10177492_136078548/

[c1d2cdf8/LAWP2019-20200125_WEB_SRGB.pdf](#) [4.4.2021].

Wirtschaftskammer Österreich (WKO). (2018). Verpflichtung zur Rücknahme von Elektroaltgeräten. <https://www.wko.at/branchen/handel/elektro-einrichtungsfachhandel/Verpflichtung-zur-Ruecknahme-von-Elektroaltgeraeten.html> [4.4.2021].

ZenRobotics. (2020). Robotic Waste Recycling Solutions. <https://zenrobotics.com/> [4.4.2021].