



Abfallwirtschaft der Zukunft: Designaspekte für Abfalltrennung im öffentlichen Raum

Billie Rehwald · Veronika Kladnik · Betül Gök · Barbara Hartl · Sabine Dworak · Therese Schwarzböck

Angenommen: 21. Oktober 2024
 © The Author(s) 2024

Zusammenfassung Abfälle im öffentlichen Raum rücken zunehmend in den Fokus, da sie nicht nur sichtbar sind, sondern auch wertvolle Ressourcen enthalten, die bisher kaum getrennt gesammelt werden. Gleichzeitig mangelt es an Daten und Forschung, welche die Abfallcharakteristika sowie die vielfältigen Bedürfnisse der beteiligten Akteur:innen (Anbieter:innen, Instandhalter:innen, Konsument:innen) beleuchten. Die vorliegende Studie untersucht, wie ein System zur Abfalltrennung im öffentlichen Raum gestaltet werden kann und welche Einflussfaktoren dabei eine Rolle spielen. Ein interdisziplinäres Forschungsprojekt bildet die Grundlage für einen Katalog von Gestaltungsempfehlungen, der sich in die drei Schwerpunkte *Standort und Anordnung*, *Behälterdesign* sowie *Information* und *Kommunikation* gliedert. Am Standort sind Faktoren wie Bewegungspfade, Abfalltrennfractionen sowie die bestehende umliegende Infrastruktur relevant. Beim Behälterdesign spielen Funktionalität und vertraute, klar gekennzeichnete Behälter eine zentrale Rolle, die intuitiv zu bedienen sind.

Mag. B. Rehwald
 Institut für Design, Universität
 für Angewandte Kunst Wien,
 Oskar-Kokoschka-Platz 2, 1010 Wien,
 Österreich

V. Kladnik, MSc · DI B. Gök ·
 Dr. S. Dworak · Dr. T. Schwarzböck (✉)
 Institut für Wassergüte und
 Ressourcenmanagement, Technische
 Universität Wien, Karlsplatz 13,
 E226-02, 1040 Wien, Österreich
therese.schwarzböck@tuwien.ac.at

Dr. B. Hartl
 Institut für Höhere Studien,
 Josefstädter Straße 39, 1080 Wien,
 Österreich

Mag. B. Rehwald · DI B. Gök
 Universität für Weiterbildung Krems,
 Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30, 3500 Krems
 an der Donau, Österreich

Kommunikation und Information sind entscheidend, um Konsument:innen zur korrekten Abfalltrennung zu motivieren. Eine einfache und verständliche Kennzeichnung der Behälter ist dabei von zentraler Bedeutung. Trotz des geringen Gesamtaufkommens hat der Abfall im öffentlichen Raum aufgrund seines hohen Wertstoffgehalts und Sichtbarkeit eine besondere Bedeutung für das allgemeine Bewusstsein zur Abfalltrennung. Die Studie zeigt jedoch auch Herausforderungen auf, insbesondere die Etablierung der Abfalltrennung als soziale Norm im öffentlichen Raum. Die Ergebnisse der Studie unterstreichen die Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes, der Erkenntnisse aus Abfallwirtschaft, Sozialwissenschaften und Design gezielt verknüpft, um nachhaltige Lösungen zu entwickeln und Abfalltrennung im öffentlichen Raum zu fördern.

Schlüsselwörter Öffentlicher Abfall · Abfalltrennung · Behälterdesign · Gestaltungsempfehlungen · Konsument:innenverhalten · Littering

Waste management of the future: design aspects for waste separation in public spaces

Abstract Waste from public spaces is gaining attention due to its visibility and the valuable resources it contains. However, there is a lack of data and research that examines the waste characteristics and considers the diverse needs of the actors involved (providers, maintenance, consumers). This study centers on how a waste separation system in public spaces can be designed by identifying key influencing factors. Based on an interdisciplinary research project, a catalogue with configuration recommendations was developed, divided into three main areas: *location*, *container design*, and *information and communication*. In terms of location, factors such as movement pathways, sorting fractions as well as existing sur-

rounding infrastructure are relevant. In terms of container design, the emphasis is on functionality and the use of familiar, clearly labelled containers that users can easily handle. Communication and information are crucial for motivating consumers to separate their waste correctly, with simple and easy-to-understand labelling. Despite representing a small proportion of total municipal waste, public waste is of particular importance due to its high recyclable content and visibility, which strongly influences public perception on waste separation. The study also highlights challenges, especially in establishing waste separation as a social norm in public spaces. The findings emphasize the importance of an interdisciplinary approach that integrates insights from waste management, social sciences, and design to develop sustainable solutions and promote waste separation in public spaces.

Keywords Public waste · Waste separation · Bin design · Configuration recommendations · Consumer behaviour · Littering

1 Einleitung

Abfälle im öffentlichen Raum rücken zunehmend in den Fokus der öffentlichen Diskussion. Vor allem der steigende To-Go-Konsum in den letzten Jahren trägt zu diesem Problem bei (Istel und Detloff 2018; Kauertz et al. 2018). In Österreich haben sich die Ausgaben von Konsument:innen für den Verzehr außer Haus beispielsweise zwischen 2008 und 2018 um 67% erhöht (RegioData 2019). Die dabei anfallenden Verpackungsabfälle werden meist noch unterwegs entsorgt, wobei eine Trennung der Abfälle selten erfolgt.

Typischerweise werden öffentliche Räume, wie Parks, Fußgängerzonen



Abb. 1 Projektinterne Definition öffentlicher Raum, halb-öffentlicher Raum, privater Raum

und öffentliche Plätze mit der Littering¹-Problematik assoziiert (Bateson et al. 2015; Chaudhary et al. 2021; Cialdini et al. 1990). Dieser Fokus lenkt jedoch von der Ressourcennutzung, vom Wertstoffgedanken und der Abfalltrennung ab. Zwar gibt es im öffentlichen Raum vereinzelt Behälter zur getrennten Sammlung, jedoch beschränkt sich das oft auf Orte, die von privaten Betreibern verwaltet werden (z.B. Bahnhöfe, Flughäfen, Einkaufszentren und Museen). Gleichzeitig ist die Dichte an Restmüllbehältern, besonders in innerstädtischen Gebieten, sehr hoch und Gemeinden betreiben einen erheblichen Aufwand, um den öffentlichen Raum sauber zu halten (siehe auch Tab. 2 mit Daten & Fakten zu öffentlichen Abfällen).

Es ist bereits bekannt, dass die Bereitschaft von Konsument:innen, sich an ökologischen Standards zu orientieren, stark vom Kontext abhängt – sei es im eigenen Haushalt, am Arbeitsplatz oder im öffentlichen Raum. Dieser Unterschied zeigt sich auch im Umwelt- und Abfalltrennverhalten (Barr et al. 2011; Gök et al. o.J. in Ausarbeitung; Hartl und Hofmann 2024; Hartl et al.

o.J. in Ausarbeitung; Miao und Wei 2016). Gleichzeitig konnte eine Abhängigkeit des Abfalltrennverhaltens vom Urbanisierungsgrad festgestellt werden (Schuch et al. 2023). Die getrennte Sammlung im öffentlichen Raum wird von den Konsument:innen im Gegensatz zu den Privathaushalten noch nicht als soziale Norm betrachtet und nicht mit derselben Priorität wahrgenommen (Gök 2023; Hartl und Hofmann 2024).

Dabei könnten sichtbar umgesetzte infrastrukturelle Maßnahmen und strategische Designinterventionen im öffentlichen Raum entscheidend dazu beitragen, nachhaltige Verhaltensänderungen zu fördern (Kaaronen und Rietveld 2021). Um die von der EU festgelegten Recyclingquoten, beispielsweise für Kunststoffverpackungen zu erreichen, ist eine verbesserte Abfalltrennung unerlässlich (Antonopoulos et al. 2021; Gritsch und Lederer 2023; Schmidt und Laner 2021; Tallentire und Steubing 2020). Eine nachträgliche maschinelle Sortierung („Restmüllsplitting“) kann nicht die gleiche Qualität an zurückgewonnenen Materialien liefern wie sauber getrennte Abfallströme. Daher ist Abfalltrennung aktuell ein zentrales Fundament der Recyclingwirtschaft (Cimpan et al. 2015; Europäisches Parlament 2017; Lederer et al. 2022).

Da die getrennte Abfallsammlung in öffentlichen Räumen noch nicht etabliert ist und es wenige Umsetzungsbeispiele gibt, stehen die beteiligten Interessengruppen (z. B. Betreiber:innen der Abfallentsorgung) vor einigen Herausforderungen. Es ist daher entscheidend, relevante Einflussfaktoren bei der Planung neuer Trennsysteme zu identifizieren und zu berücksichtigen.

Zudem gibt es bisher nur wenige Studien zu im öffentlichen Raum anfallenden Abfällen, welche Zusammensetzung und Wertstoffgehalt betrachten. Auch das Abfallverhalten und die Bereitschaft der Konsument:innen zur Mülltrennung sind im öffentlichen Kontext noch unzureichend erforscht. Das WWTF-Forschungsprojekt „UrbanWaste“ setzt genau hier an und untersucht diese offenen Fragen, die sowohl für die Grundlagenforschung als auch für die Entwicklung wirksamer Verbesserungsmaßnahmen im öffentlichen Abfallmanagement von Bedeutung sind. In der vorliegenden Arbeit werden Projekterkenntnisse des Forschungsprojekts „UrbanWaste“ systematisch aufbereitet. Ziel ist es, relevante Faktoren für die Gestaltung von Abfalltrennsystemen im öffentlichen Raum zu identifizieren und konkrete Empfehlungen für deren Umsetzung abzuleiten. Dabei stehen die Bedürfnisse von drei Interessengruppen (Betreiber:innen, Instandhalter:innen,

¹ Littering bezeichnet das achtlose Wegwerfen oder Liegenlassen von Abfällen in der Umgebung oder Natur.

Tab. 1 Durchgeführte Datenerhebungen (qualitativ und quantitativ) zu Abfällen, Abfallentsorgung und Abfalltrennverhalten mit Fokus auf den öffentlichen Raum

	Kürzel ^a	Art der Datenerhebung/ Methodik	Datensatz ^b	Inhalte der Erhebungen	Zeitraum	Quelle
Qualitative Erhebungen	Qual_1	Interviews mit Konsument:innen (Wien und Krems)	21 Konsument:innen (13 w, 8 m)	Erfahrungen mit Abfallentsorgung und Abfalltrennung in der Öffentlichkeit Wissen zu Abfalltrennung Farbassoziationen Hypothetische Abfallentsorgung (z. B. Glasflasche, Kunststoffverpackung) Form des Abfallbehälters	2022	Hartl und Hofmann (2024)
	Qual_2	Interviews mit Reinigungskräften (Wien und Krems)	2 Reinigungskräfte (m)	Erfahrung mit Sammlung von öffentlich anfallendem Abfall	2022	Hartl und Hofmann (2024)
	Qual_3	Interviews mit Konsument:innen (Wien)	12 Konsument:innen (6 w, 6 m)	Abfalltrennverhalten im privaten und öffentlichen Raum (als Basis für Umfrage Quan_1)	01/2023	Gök (2023)
	Qual_4	Beobachtungen an Bahnhöfen (Wien und Krems)	6 Beobachtungen (an 6 Standorten, pro Beobachtung jeweils zwischen 15 und 112 min)	Konsument:innenverhalten bei Abfallentsorgung Reinigung von Abfallbehältern	2021–2022	Hartl und Hofmann (2024)
	Qual_5	Beobachtungen an öffentlichen Versuchsstandorten im Rahmen eines Feldversuchs (Einführung einer getrennten Sammlung und eines Wertstoff-Leitsystems) (Wien und Krems)	43 Beobachtungen (an 4 Standorten, pro Beobachtung jeweils zwischen 15 und 160 min)	Konsument:innenverhalten bei Abfallentsorgung und Abfalltrennung Interaktionen mit Abfallbehältern und mit Wertstoff-Leitsystem Litteringverhalten	2023	Hartl et al. o.J. (in Ausarbeitung)
	Qual_6	Gespräche mit Designer:innen und Hersteller:innen von Abfallbehältern	4 verschiedene Designer:innen und Hersteller:innen von Abfallbehältern	Informationen und Diskussionen zu Trennfractionen, Design, Entleerung	2021–2023	–
	Qual_7	Workshops mit Stakeholdern	3 Workshops mit Vertreter:innen von Stadtverwaltungen, Betreiber:innen öffentlicher Verkehrsmittel, Reinigungsfirmen, Entsorgungsunternehmen und Facility Management von Universitäten	Diskussionen zu Ausgestaltung von Sammelinfrastruktur für getrennte Abfallsammlung im öffentlichen Raum, zu Herausforderungen, aktuellen Praktiken und Lösungsansätzen bei öffentlicher Abfallentsorgung	2022, 2023	
	Qual_8	Fotosammlung und Kategorisierung von öffentlichen Abfallbehältern (International)	270 Abfallsysteme (564 Einzelbehälter) aus über 100 Städten und 26 Ländern	Datensatz – Fotosammlung von Abfallbehältern aus dem öffentlichen und halb-öffentlichen Raum inkl. Behälterkategorisierung anhand technischer und verhaltensrelevanter Merkmale (z. B. Form, Farbe, Material, Öffnungsmechanismus, Kennzeichnung etc.)	2024	Kladnik (2024)

Konsument:innen) im Mittelpunkt. Zu Beginn werden das Forschungsprojekt und die angewandten Methoden präsentiert (Tab. 1), sowie relevante Daten und Fakten zum Thema öffentlicher Abfall zusammengefasst (Tab. 2). Abschn. 3.2 stellt die ausgearbeiteten Empfehlungen vor.

2 Das Projekt „UrbanWaste“

2.1 Das Forschungsprojekt in Kürze

Das Projekt „UrbanWaste – The Future of Urban Waste Management: Integrated modelling in view of circular economy and environmental impacts“ wurde

2021 von der Technischen Universität Wien zusammen mit der Donau-Universität Krems und der Universität für angewandte Kunst Wien initiiert, um sich ganzheitlich der Verbesserung der getrennten Abfallsammlung zu widmen. Der Fokus wurde dabei auf den öffentlichen Raum gelegt und zwei

Tab. 1 (Fortsetzung)

	Kürzel ^a	Art der Datenerhebung/ Methodik	Datenset ^b	Inhalte der Erhebungen	Zeitraum	Quelle
Quantitative Erhebungen	Quan_1	Umfrage Konsument:innen (Wien)	238 Konsument:innen in Wien (121 w, 109 m, 8 d)	Abfalltrennverhalten im privaten und öffentlichen Raum – Test von Hypothesen	2023	Gök (2023)
	Quan_2	Umfrage Konsument:innen (Österreich)	2340 Konsument:innen in Österreich (1289 w, 1046 m, 5 d)	Wissen und Einstellung zu Abfalltrennung und Abfallfraktionen	2023	Hofmann und Hartl o.J. (in Ausarbeitung)
	Quan_3	Umfrage mit Fragebogen (Österreich)	220 Gemeinden in Österreich	Datenerhebung zum Stand der öffentlichen Abfallinfrastruktur und Sammellogistik sowie der Möglichkeiten zur Einführung einer getrennten Sammlung	2024	Egger (2024)
	Quan_4	Abfallsortieranalyse (Krems)	980 kg öffentlicher Abfall von Straßen, Parks und dem Bahnhof in Krems (34 Einzelproben)	Abfallmengenerhebung Detaillierte Zusammensetzung des Restmülls und der getrennt gesammelten Fraktionen am Bahnhof	2022	Kladnik et al. (2024)
	Quan_5	Abfallanalysen an öffentlichen Versuchsstandorten im Rahmen eines Feldversuchs (Einführung einer getrennten Sammlung und eines Wertstoff-Leitsystems) (Wien und Krems)	1665 kg öffentlicher Abfall von vier öffentlichen Plätzen/„Abfall-Hotspots“ (280 Einzelproben)	Detaillierte Zusammensetzung des Restmülls und der getrennt gesammelten Fraktionen an jeweils zwei Standorten in Wien (WU Campus, Vorplatz Spittelau) und Krems (Fußgängerzone, Bahnhofplatz) vor und nach der Einführung eines Wertstoff-Leitsystems	2024	Kladnik et al. o.J. (in Ausarbeitung)
^a Kürzel für Referenzierungen im Text ^b w weiblich, m männlich, d divers						

Städte mit unterschiedlichem Urbanisierungsgrad ausgewählt (Stadt Wien mit rund 1,9 Mio. Einwohner:innen und Krems an der Donau mit rund 25.400 Einwohner:innen). In dem interdisziplinären Projekt arbeiten Wissenschaftler:innen aus den Bereichen Abfallwirtschaft, Sozialpsychologie und Industriedesign zusammen. Diese enge Zusammenarbeit über 3,5 Jahre ermöglicht, dass bei der Herangehensweise, Versuchsdurchführung und Datenanalyse unterschiedliche Blickwinkel auf die Thematik berücksichtigt werden können. Zudem kann ein breites Spektrum an verschiedenen Daten erhoben werden und es können schlussendlich abgestimmte und praxisorientierte Empfehlungen zur Verbesserung erarbeitet werden. Für Letzteres wird im Projekt der Austausch mit Stakeholdern (z.B. Stadtverwaltungen, Nahverkehrsbetrieben, Reinigungsfirmen) aktiv gesucht und verschiedene Workshops organisiert, um Projektergebnisse und die weitere Projektausrichtung zu diskutieren.

Ziele des UrbanWaste-Projekts umfassen:

- Beleuchtung des aktuellen Umgangs mit Abfällen im öffentlichen Raum und Untersuchung wesentlicher Einflussfaktoren für die Beteiligung an der getrennten Sammlung.
- Erhebung der detaillierten Zusammensetzung und des Wertstoffpotenzials von öffentlichem Abfall.
- Erarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen zur Förderung der getrennten Abfallsammlung im öffentlichen Raum und Test einer konkreten Maßnahme an öffentlichen Plätzen.
- Bewertung der Auswirkungen der getrennten Abfallsammlung im öffentlichen Raum auf das bestehende Abfallwirtschaftssystem und von Umweltauswirkungen.

2.2 Definition „öffentlicher Abfall“

Die projektinterne Definition von „öffentlichem Abfall“ bezieht sich auf Abfälle, die in Abfallbehältern gesammelt werden, die sich im öffentlichen Raum befinden (siehe Abb. 1) und für die Sammlung von öffentlich anfallenden Abfällen vorgesehen sind. Dies können Abfallbehälter für Restmüll sein, aber auch Behälter für die getrennte Sam-

lung (siehe Abb. 4 bis 7). Ausgenommen davon sind öffentlich aufgestellte Altstoffsammelinseln für die Sammlung von Haushaltsabfällen (Bringsystem).

2.3 Angewandte Methoden und Datenerhebungen

Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Methoden angewandt, die von qualitativen Interviews, über Umfragen, Abfallanalysen und Beobachtungsstudien reichen. Es wurden dabei u.a. Daten zu Abfalltrennverhalten, Wissen, Einstellungen und Erfahrungen von Konsument:innen und Reinigungskräften, Ressourcenpotenzial der Abfälle, aktuelle Sammelsysteme sowie Daten zur Entsorgungsinfrastruktur im öffentlichen Raum erhoben. Tab. 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Arten der Datenerhebungen. Im Folgenden wird mit den Kürzeln aus Tab. 1 auf die verschiedenen erhobenen Datensätze verwiesen.

Tab. 2 Daten und Fakten zu Abfällen aus dem öffentlichen Raum (Österreich)

Abfallaufkommen	In den offiziellen Berichtspflichten fällt öffentlicher Abfall in Österreich unter den Abfallstrom „Straßenkehrschutt“ (Abfallschlüsselnummer 91501), welcher auch andere Abfälle, die bei der Straßenreinigung anfallen (z. B. Laub, Fahrbahnabrieb, Streusplitt, Straßenbegleitgrün etc.) beinhaltet. Im Jahr 2020 lag das Aufkommen an Straßenkehrschutt (SN 91501 ohne Einkehrsplitt) in Österreich bei rund 70.100 t bzw. ca. 7–8 kg/EW/a (BMK 2024) Weitere Erhebungen: – Umfragebasierte Erhebung zu öffentlichem Abfall (Papierkorbinhalte) von TBHauer (2021): zwischen 1–13 kg/EW/a abhängig von Gemeindegröße, hochgerechnet ca. 54.400 t/a gesamt bzw. $\varnothing$ 6 kg/EW/a in Österreich – Umfragebasierte Erhebungen zu öffentlichem Abfall von Egger (2024) (Quan_3): zwischen 3–18 kg/EW/a abhängig von Gemeindegröße, hochgerechnet ca. 86.700 t/a gesamt bzw. $\varnothing$ 9 kg/EW/a in Österreich – Erhebungen zu öffentlichem Abfall in der Stadt Krems von Kladnik et al. (2024): ca. 100 t/a bzw. ca. 4 kg/EW/a Die Daten lassen die Einschätzung zu, dass der öffentliche Abfall in Österreich etwa im Bereich von 1–3 % des gesamten Siedlungsabfalls liegt. Das Aufkommen je Einwohner in Städten liegt dabei deutlich höher als im Durchschnitt.
Abfallzusammensetzung/Wertstoffpotenzial	Sortieranalysen in Krems in 2022 ergaben folgende Anteile im öffentlichen Restmüll* (Kladnik et al. 2024; Quan_4): – Anteil Wertstoffe: rund 52 %, davon rund 17 % Papier, 16 % Glas, 18 % Leichtverpackungen (inkl. Metall, Kunststoff, Materialverbunde) – Anteil Verpackungen: rund 44 % – Anteil Einwegkunststoffprodukte: rund 14 % (Artikel, die unter die EU-Einwegkunststoffrichtlinie (2019/904) fallen) – Anteil Biogenes: rund 17 % (Organik und Lebensmittel, exkl. Hundekot) Sortieranalysen an „Abfall-Hotspots“ (mit hohem Fußgängeraufkommen, Konsum etc.) in Wien und Krems in 2023 ergaben folgende Anteile im öffentlichen Abfall** (Kladnik et al. o.J. in Ausarbeitung; Quan_5): – Anteil Wertstoffe: rund 69 %, davon rund 20 % Papier, rund 23 % Glas, rund 26 % Leichtverpackungen (inkl. Metall, Kunststoff, Materialverbunde und beschichteter Karton) – Anteil Verpackungen: rund 58 % – Anteil Biogenes: rund 19 % (Organik und Lebensmittel, inkl. Verpackungen mit Lebensmittelinhalt, exkl. Hundekot)
Entsorgungs- und Sammellogistik (aktueller Stand)	Behälter: Es kommen fast ausschließlich die klassischen Hänge- oder Standabfallbehälter (siehe Abb. 4) zum Einsatz. Nur sehr vereinzelt werden Unterflur- oder Spezialbehälter („smarte Behälter“) mit Füllstandsmessung, Solarbetrieb etc. eingesetzt (Egger 2024; Quan_3) Behälterdichte: Je nach Gemeindegröße werden zwischen 15–26 Behälter je 1000 Einwohner:innen bereitgestellt (Egger 2024; Quan_3). An innerstädtischen „Hotspots“ kann mit Behälterdichten im Bereich von ca. 30–40 Behältern/ha gerechnet werden (Kladnik et al. o.J., in Ausarbeitung; Quan_5) Sammlung und Entsorgung: Die Sammlung von öffentlichen Abfällen erfolgt in Österreich hauptsächlich gemischt (als Restmüll), obliegt den Gemeinden und wird zum Großteil auch von diesen selbst übernommen. Sie erfolgt ortsabhängig oft nach komplexen Abläufen, welche sich aufgrund verschiedener Zuständigkeitsbereiche von Abteilungen (z. B. in Wien MA 48, MA 42, MA 49 je nach Standort des Abfallbehälters) und aufgrund geografischer Voraussetzungen und der Erreichbarkeit ergeben. So können z. B. weniger gut zugängliche innerstädtische Plätze nicht mit denselben Sammelfahrzeugen betreut werden (Egger 2024; Quan_3; Quan_4). Im Einsatz sind unter anderem System-Sammelfahrzeuge, Pritschenwagen, Traktoren und Dreiräder. Die Abfälle müssen oft arbeitsintensiv händisch entleert (innerstädtisch oft mehrmals täglich), zu Fuß gesammelt sowie zwischengelagert werden (Egger 2024; Quan_3). Zusätzlich obliegt die Sammlung von gelitterten Abfällen ebenfalls den Straßenkehrer:innen. Kosten: Es ergeben sich insgesamt ein hoher Aufwand und hohe Kosten für die Entsorgung von öffentlichen Abfällen, vor allem in kleineren Gemeinden und im Vergleich zur System-/Hausmüllsammlung. In Österreich, Deutschland und den Niederlanden werden etwa jährliche Kosten für die öffentliche Abfallentsorgung im Bereich von ca. 18–30 €/EW/a angenommen (KplusV 2020; TBHauer 2021; Wilts et al. 2022), welche vor allem bei der Sammlung entstehen und im Verhältnis zum (relativ) geringen Abfallaufkommen hoch sind
Abfalltrennung (aktueller Stand)	Eine getrennte Abfallsammlung im öffentlichen Raum ist weitgehend nicht etabliert. Laut einer Gemeindebefragung 2024 stellt nur rund 1 % der österreichischen Gemeinden öffentliche Behälter für eine getrennte Sammlung zur Verfügung (Egger 2024) (Quan_3). In Wien und Krems wurden in letzten Jahren vermehrt Abfallbehälter für die getrennte Sammlung von Leichtverpackungen (LVP), aufgestellt, vor allem an frequentierten Plätzen und in Erholungsgebieten (siehe Beispiel in Abb. 4b am Wiener Donaukanal) Daten zum Aufkommen oder zum Anteil der Getrenntsammlung im öffentlichen Raum werden in der offiziellen Berichterstattung (z. B. Bundesabfallwirtschaftsplan) nicht erfasst. Jedoch lassen Befragungen aus österreichischen Gemeinden (Egger 2024; TBHauer 2021) sowie EU-Staaten (EC 2021) den Schluss zu, dass sich die getrennte Sammlung im öffentlichen Raum meist auf bestimmte Fraktionen wie Zigaretten beschränkt (hauptsächlich, um Brände in Behältern zu vermeiden) oder diese nur an Orten, die von privaten Betreibern verwaltet werden (z. B. Bahnhöfe, Flughäfen, Einkaufszentren und Museen) oder bei großen öffentlichen Veranstaltungen bereitgestellt wird Hohe Kosten sowie eine angenommene mangelnde Trennqualität werden seitens der Gemeinden als maßgebliche Barrieren für die Einführung der Abfalltrennung genannt (Egger 2024; Quan_3)

Tab. 2 (Fortsetzung)

Rechtlicher Kontext und Entwicklungen	EU-Kreislaufwirtschaftspaket: Abfall aus dem öffentlichen Raum ist Teil des Siedlungsabfalls, für welchen im Zuge des EU-Kreislaufwirtschaftspakets ambitionierte Recyclingziele gesetzt wurden (65 % bis 2035 lt. Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG). Auch für bestimmte Packstoffe wurden spezifische Recyclingziele definiert, die in Österreich vor allem im Bereich der Kunststoffverpackungen (50 % bis 2025, 55 % bis 2030 lt. Verpackungsrichtlinie 94/62/EC) herausfordernd sind. Derzeit ist von einem sehr geringen Beitrag des öffentlichen Abfalls zur Erreichung dieser Ziele auszugehen, da der Anteil insgesamt gering ist und der Großteil nicht getrennt gesammelt wird
	Die neue EU-Verpackungsverordnung (EU-VerpackV) sieht eine Reihe von Maßnahmen zur Vermeidung von Verpackungsabfällen und zur Förderung der Wiederverwendung und stofflichen Verwertung von Verpackungen und Verpackungsabfällen vor. Die Änderungen umfassen auch die Einführung eines harmonisierten Systems zur Trenn-Kennzeichnung von Verpackungen und Behältern („Matching-System“), um die getrennte Sammlung zu verbessern
	EU-Einwegkunststoffrichtlinie: Öffentlich gesammelte Abfälle fallen unter die Einwegkunststoffrichtlinie „Single-Use-Plastics directive“ (EU 2019/904), welche unter anderem vorgibt, dass Hersteller bestimmter Einwegkunststoffprodukte (z. B. Take-away-Lebensmittelverpackungen, Zigarettensfilter, Getränkebecher und Kunststofffolien) fortan für die Sammel- und Entsorgungskosten und Littering im öffentlichen Raum aufkommen müssen (Extending Producer Responsibility „EPR“-fee). Das bedeutet auch, dass zukünftig ein regelmäßiges Monitoring der Abfallzusammensetzung für die Kostenabschätzung und Verteilung notwendig wird (siehe z. B. Studien von TBHauer 2021; KplusV 2020; Wilts et al. 2022)
	Einwegpfand in Österreich ab 2025: Öffentlicher Abfall ist aufgrund seiner spezifischen verpackungsreichen Zusammensetzung besonders von der Einführung des Einwegpfands auf Getränkeflaschen und Metall Dosen (Pfandverordnung, BGBl. II Nr. 283/2023) betroffen, welches u. a. in Hinblick auf neue Vorgaben zur Getrenntsammlung (90 % aller Kunststoff-Getränkeflaschen lt. EU 2019/904) beschlossen wurde. Kunststoffflaschen und Metall Dosen werden fortan erwartungsgemäß nicht mehr in den öffentlichen Behältern entsorgt, und das gesammelte Aufkommen wird sich reduzieren (Mengenanteil feucht in Kladnik et al. 2024: PET-Flaschen ca. 5 %, Dosen ca. 4 %; Mengenanteil feucht in Kladnik et al., o.J., in Ausarbeitung: jeweils ca. 5 %)
	Regionale Gesetze zur Vermeidung von öffentlichen Verunreinigungen und Littering: Zum Beispiel schreibt das Wiener Reinhaltegesetz (LGBl. Nr. 47/2007) ein ausdrückliches Verbot von Verunreinigungen im öffentlichen Raum vor. Dies wird durch die „WasteWatcher“ exekutiert, welche Verfehlungen von Einzelpersonen sanktionieren können
* Anteile in Restmüllbehältern, Werte bezogen auf Feuchtmasse	
** Anteile in Restmüllbehältern und Trennbehältern (nach versuchsweiser Einführung einer getrennten Sammlung), Werte bezogen auf Feuchtmasse	

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Daten und Fakten – öffentlicher Abfall

Öffentlich entsorgter Abfall ist aus abfallwirtschaftlicher Sicht kein klar abgegrenzter Abfallstrom und wurde bislang kaum als eigenständiger Forschungsgegenstand betrachtet. Zudem sind weder das Aufkommen, die Zusammensetzung noch das Potenzial in der Kreislaufwirtschaft ausreichend untersucht.

Zur Einführung und Übersicht fasst Tab. 2 einige zentrale Forschungsergebnisse sowie weitere relevante Daten und Fakten zum Thema öffentlicher Abfall zusammen.

3.2 Erkenntnisse und Empfehlungen zur Gestaltung von Infrastruktur für die (getrennte) Sammlung von Abfällen im öffentlichen Raum

In den nachfolgenden Kapiteln werden die identifizierten relevanten Kriterien zur Ausgestaltung und zum Design von Abfallbehältern zusammengefasst und Empfehlungen ausformuliert. Dafür wurden die Informationen aus den gesammelten Daten (Tab. 1) vernetzt und durch bestehende Forschungser-

gebnisse ergänzt, um konkrete Handlungsempfehlungen für Entscheidungsträger:innen abzuleiten. Der Fokus liegt dabei auf der potenziellen Einführung einer getrennten Sammlung im öffentlichen Raum. Die Empfehlungen zur Gestaltung der Infrastruktur wurden entlang von Designprozessen wie User Centered Design und Designmethoden wie Design Research abgeleitet und adressieren sowohl funktionale als auch ästhetische Anforderungen. Wie in Abb. 2 dargestellt, wurden dabei die Bedürfnisse von Betreiber:innen (also z. B. Gemeinden oder Privatfirmen, die u. a. für die Bereitstellung der Infrastruktur verantwortlich sind), von Instandhalter:innen (zuständig für die Entleerung, Reinigung etc.) sowie die Ansprüche von Konsument:innen berücksichtigt. Ein partizipativer Ansatz, der alle Akteur:innen einbezieht, ist empfehlenswert, um Kernbedürfnisse und potenziell gegensätzliche Anforderungen an die Abfalltrennbehälter zu identifizieren. So können fundierte Entscheidungen über die Platzierung und Gestaltung der Abfalltrennbehälter getroffen werden. Zum Beispiel ist es bei der Einführung neuer oder der Anpassung bestehender Systeme entscheidend, Reinigungs- und Wartungs-

personal als Expert:innen aktiv in die Planung einzubeziehen. Dies ermöglicht die Berücksichtigung wertvoller Erkenntnisse und Erfahrungen in Bezug auf das Abfallaufkommen, die Arbeitssicherheit und den Arbeitsablauf bei der Entleerung, Wartung und Reinigung (Qual_2, Qual_5).

3.2.1 Standort und Anordnung

Um den passenden Abfalltrennbehälter für den jeweiligen Standort zu finden, ist es sinnvoll abzuklären, welche Rahmenbedingungen vor Ort und in der näheren Umgebung bestehen. Das beinhaltet zu untersuchen, ob und welche Trennsysteme in der Umgebung eingesetzt werden, aber auch wie die Entleerung, Sammlung und Zwischenlagerung von Abfällen sowie die Wartung von Abfallbehältern geregelt sind. Dabei kann es sinnvoll sein, Betreiber:innen umliegender öffentlicher Trennsysteme (z. B. Betreiber:innen öffentlicher Verkehrsmittel) zu kontaktieren, um Synergien zu nutzen und bestehende Systeme auf den neuen Standort zu erweitern. Dadurch können Kosten und Ressourcen gespart und Know-how geteilt werden. Um eine Abschätzung über die ungefähre Sammelmenge und

die Abfallzusammensetzung zu erhalten, kann es sinnvoll sein, die Abfälle vor Ort zu überwachen bzw. punktuell zu analysieren. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, das Bewegungsverhalten von Konsument:innen am Standort zu analysieren, um Bewegungs- und Hauptpfade sowie Aufenthaltsorte zu identifizieren.

Überlegungen zu einer geeigneten *Behälteranordnung am Standort* sind essenziell, da die Anordnung maßgeblich zum Komfort der Konsument:innen bei der Entsorgung beiträgt und damit das Abfallverhalten beeinflusst. Eine erste wesentliche Komponente ist dabei die *Abfalltrennfractionen* festzulegen. Grundsätzlich ist es wichtig, sich an den etablierten regionalen Abfalltrennfractionen zu orientieren (Quan_2, Qual_7). Abweichungen können zu Verwirrungen führen. Wie Sortieranaysen in der Stadt Krems und an Abfall-Hotspots in Österreich zeigen, besteht Potenzial Papier, Leichtverpackungen und Glas getrennt zu sammeln, da im öffentlichen Raum insbesondere Verpackungen anfallen (Sortieranaysen ergaben 44 % bis 58 % Verpackungen) (Tab. 2, Qual_7, Quan_4, Quan_5). Kommende Änderungen der Sammlung, wie beispielsweise die Einführung des Einwegpfands in Österreich 2025, sind jedoch mitzuberücksichtigen. So könnte in Zukunft die Anbringung von Halterungen zum Abstellen von Pfandflaschen (z. B. Pfandringe) sinnvoll sein, wie es in anderen Ländern teilweise umgesetzt ist (siehe Abb. 4c). Erfahrungen aus Deutschland zeigen jedoch, dass diese Halterungen oft fehlbenutzt und vorsätzlich verschmutzt werden (VKU 2015), was eine probeweise Einführung sinnvoll erscheinen lässt. Zudem ist im Außenbereich die Anbringung eines separaten Aschenbechers sinnvoll, um Brände und Littering von Zigarettentstummeln zu vermeiden (Stoifl und Oliva 2020; Qual_7). Bei der getrennten Sammlung von Glas und biogenem Abfall im öffentlichen Raum bestehen zusätzliche Herausforderungen. Bei biogenem Abfall sind dies Hygiene, Ungeziefer und Geruchsentwicklung, weshalb von Bio-Behältern im öffentlichen Raum abgeraten wird (Qual_7). Auch Glas als Trennfraction stellt insbesondere Instandhalter:innen und Betreiber:innen vor Herausforderungen. Glassammelbehälter haben ein hohes Gewicht, was (manuelle) Entleerung und Transport erschwert. Zudem wiesen Stakeholder:innen in Gesprächen

immer wieder auf die Gefahr durch zerbrochenes Glas hin (Qual_7). Dieses Sicherheitsrisiko ist z. B. auch gegeben, wenn Glas vor oder auf Sammelbehältern abgestellt wird; eine Praxis, die im Rahmen des Projekts an Bahnhöfen und Abfall-Hotspots beobachtet wurde (siehe Abb. 4b; Qual_5, Qual_7). Interviews und Befragungen ergaben außerdem, dass Konsument:innen oft unsicher sind, wo sie Glasverpackungen entsorgen dürfen (Qual_1, Quan_2). 83 % der Befragten gaben an, dass sie eine Glasflasche wieder mitnehmen, wenn kein Glassammelbehälter zur Verfügung steht (Quan_2). Bei einer getrennten Sammlung von Glas ist also mit einer Erhöhung der Glassammelmenge zu rechnen, was das Gewicht der einzelnen Sammelbehälter nochmal erhöht.

Trennsysteme sollten gut sichtbar, in Gruppen mit allen identifizierten Fraktionen, einschließlich Restmüllbehälter, aufgestellt werden (Qual_7, Qual_5). Die räumliche Trennung ist nicht sinnvoll, da bereits eine geringe Distanz zwischen den Trennbehältern eine Barriere für Konsument:innen darstellt. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass die Reihenfolge der Fraktionen keinen Einfluss auf die Sammlung hat (Leeabai et al. 2019). Für die probeweise oder auch langfristige Einführung eines Abfalltrennsystems können auch bestehende Behälter gruppiert und entsprechend gekennzeichnet werden (Beispiel in Abb. 4a, Quan_5).

Konsument:innen bewegen sich im öffentlichen Raum entlang bestimmter Hauptpfade, oft ist das die direkteste Verbindung zwischen zwei Punkten. Abfallbehälter, die für Konsument:innen „am Weg“ liegen, sammeln mehr Abfall als solche, für die sie ihre Route verlassen müssen. Leeabai et al. (2019) zeigten z. B., dass die Menge des gesammelten Abfalls linear zur Distanz zum Hauptpfad sinkt, während größere Distanzen entlang des Hauptpfads keinen Unterschied in den Sammelmengen zeigen. Eine Analyse der Hauptpfade sowie Platzierung der Trennbehälter entlang dieser kann daher sinnvoll sein, um möglichst viele Wertstoffe zu sammeln.

Konsument:innen suchen Abfallbehälter anhand einer *inneren Landkarte* (Qual_2). Selbst wenn Konsument:innen mit der Umgebung nicht vertraut sind, entwickeln sie ein Bauchgefühl, wo sie bestimmte unbelebte Objekte (wie beispielsweise Abfallbe-

hälter) erwarten können. Dies sind vor allem frequentierte Stellen wie Ein- und Ausgänge, bei öffentlichen Toiletten und an Haltestellen sowie Orte, an denen aktiv konsumiert wird, zum Beispiel bei Sitzgelegenheiten oder Tischen. Diese eignen sich folglich als Standorte für Abfallbehälter. Außerdem wurde erhoben, an welchen Stellen auf einer fiktiven Landkarte die Befragten einen Abfallbehälter mit Mülltrennung (z. B. für Papier, Plastik, Metall) erwarten würden (Quan_2). In der dazugehörigen Heatmap (siehe Abb. 3) wird mit einer Farbskala visualisiert, an welchen Punkten auf der Karte die meisten Personen (Stichprobengröße: 2340) geklickt haben. Es zeigt sich, dass Trennsysteme vor allem bei Gebäuden (insbesondere Eingängen), Haltestellen, Rastplätzen sowie bei Straßenkreuzungen erwartet werden (Quan_2). Zudem scheint es sinnvoll, sich bei der Einführung von Trennbehältern zunächst auf Abfall- und Konsum-Hotspots zu konzentrieren, an denen ein besonders hohes Potenzial zur Wertstoffsammlung besteht. Dazu zählen u. a. stark frequentierte Bahnhofsplätze, Fußgängerzonen und gastronomische Bereiche (Gangl et al. 2022; Quan_5).

3.2.2 Behälterdesign

Auch Form und Material von Abfallbehältern spielen eine relevante Rolle. Die Form kann sehr unterschiedlich sein (siehe Abb. 4 bis 7 und Qual_8). Oft sind Behälter aus Sicherheitsgründen abgerundet, um eine potenzielle Verletzungsgefahr zu verringern und Beschädigungen zu vermeiden. Abschrägungen oder Abrundungen verhindern außerdem vorsätzlich das unsachgemäße Abstellen von Objekten und Abfällen (Qual_8, Qual_6, Qual_7). Konsument:innen bevorzugen ihnen bekannte Formen, da sie so Abfallbehälter im öffentlichen Raum besser aus der Entfernung erkennen, aber auch, weil sie die Handhabung bereits gewohnt sind (bspw. Position des Einwurfs) (Qual_1). Der Behälter sollte den Abfall vor Witterung, insbesondere Regen, Verschmutzung sowie Insekten und Nagetieren schützen. Außerdem sollte er durch Ventilation die Bildung von Schimmel und Mikroorganismen unterbinden, sowie den Abfall vor Fermentation und Überhitzung schützen (Qual_6, Qual_7). Grundsätzlich sollte ein leicht zu reinigendes, für den Außenbereich geeignetes, korrosions-

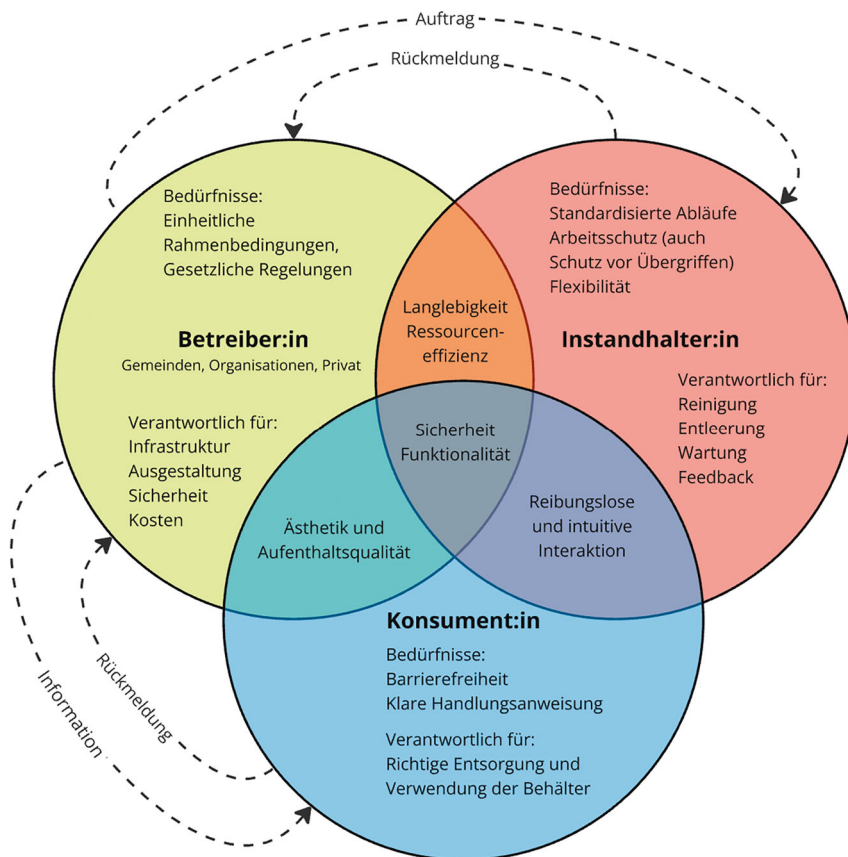


Abb. 2 Anforderungen an Trennbehälter, abgeleitet aus den Kernbedürfnissen von Betreiber:innen, Instandhalter:innen und Konsument:innen sowie aus den Überschneidungen ihrer Bedürfnisse

beständiges, vandalismus- und brand-sicheres Material eingesetzt werden. Abgesehen von der Erfüllung gesetzlicher Vorschriften (z. B. Brandsicherheit) ist dies vor allem wichtig, weil Konsument:innen verschmutzte, kaputte oder dysfunktionale Behälter weniger gerne benutzen (Qual_1, Quan_2).

Um Sicherheitsrisiken zu minimieren, ist bei der Installation darauf zu achten, dass die Behälter stabil stehen und/oder an Boden, Wänden oder Säulen befestigt werden können (Qual_2, Qual_7). Wenn eine zusätzliche Fixierung der Abfallbehälter aufgrund von Vandalismus notwendig ist, ist darauf zu achten, dass Befestigungssysteme (z. B. Schrauben) in einer Weise angebracht sind, dass diese nur von befugten Personen erreicht werden können (z. B. im Inneren des Behälters). Um Verletzungen vorzubeugen, sollten die Befestigungssysteme verdeckt, abgesenkt oder entsprechend gesichert sein.

Die *Einwurföffnung* der Abfallbehälter sollte keine scharfen Kanten aufweisen und auf einer barrierefreien, er-

gonomisch erreichbaren Höhe positioniert sein (Qual_6). Sie sollte groß genug sein, um alle gängigen Wertstoffe des öffentlichen Raums aufzunehmen aber klein genug, um Missbrauch zu verhindern. Während Konsument:innen sich einen möglichst großen, freien Einwurf, der auch im Vorbeigehen genutzt werden kann, wünschen, sehen Reinigungskräfte diese kritisch, da auch öfter mal danebengeworfen wird (Qual_1, Qual_2). Bei Betreiber:innen werden große Öffnungen teils ebenfalls kritisch betrachtet, da größere Mengen an unautorisiertem Abfall (Gewerbeabfall, Hausmüll in Säcken etc.) leichter in den Behältern entsorgt werden und potenziell gefährliche Gegenstände dort platziert werden könnten (Qual_7, Qual_2). Aus Betreiber:innensicht verdeckt ein Deckel oder eine Klappe den Abfall und beugt so unangenehmen Gerüchen vor (Qual_7). Deckel oder Klappen sind jedoch bei den Konsument:innen unerwünscht, da die Öffnung derer einen zusätzlichen Arbeitsschritt und eine Berührung von vermeintlich schmut-

zigen Teilen bedeutet (Qual_1). Ein berührungsfreier Einwurf ist daher zu bevorzugen, um hygienische Bedenken zu minimieren sowie einen barrierefreien Zugang zu ermöglichen (siehe Beispiel Fußpedal in Abb. 6a). Für die Reinigung und Wartung ist Schutz vor Regen wichtig, um zu verhindern, dass der Abfall nass wird oder Behälter sich mit Wasser füllen und damit wesentlich schwerer werden. Eine seitliche Öffnung minimiert Regeneintrag. Es gibt aber auch Behältermodelle, bei denen der Regeneintrag mitbedacht ist und Wasser abfließen kann, das ist oft bei sack- und innenbehälterlosen Systemen der Fall. Eindringende Feuchtigkeit kann aber die Qualität der Wertstoffe, insbesondere die von Altpapier negativ beeinflussen (Cimpan et al. 2015; Miranda et al. 2013).

An die jeweilige Fraktion angepasste *Öffnungsformen* (z. B. rund für Flaschen, Schlitz für Kartons) können eine implizite Hilfestellung für die richtige Entsorgung bestimmter Abfälle haben (siehe Beispiel in Abb. 5b) und Kontaminationen vermeiden (Duffy und Verges 2009; Jiang et al. 2019). Allerdings müssen die Öffnungsformen regelmäßig an Systemänderungen angepasst werden. Waren bspw. bis Dezember 2023 noch runde Öffnungen für die Sammlung von PET-Flaschen und Dosen in Teilen Österreich sinnvoll, können sie für die aktuelle vereinheitlichte LVP-Sammlung (inkl. aller Kunststoffverpackungen) irreführend sein. Ähnliches gilt für Schlitz für Zeitungen und Kartons, da es mittlerweile eine Vielzahl von Karton- und Papierverpackungen gibt, die ebenfalls im Papierbehälter gesammelt werden müssen, aber keine flache Form haben. Änderungen der fraktionsbasierten Öffnungsform können für Betreiber:innen Kosten verursachen, für Konsument:innen zu Verwirrung und dadurch zu einer Verschlechterung der getrennten Sammlung und zu Verschmutzungen führen. Ein Beispiel dafür sind abgelegte Papier- und Kartonverpackungen, die nicht durch den Schlitz am Papierbehälter passen (Qual_5, Qual_7). Für Betreiber:innen sind Systeme mit unterschiedlichen Öffnungsformen daher weniger flexibel gestaltbar (Fraktionen sind potenziell nicht einfach veränderbar). Eine Kombination verschiedener Öffnungsformen mit einer zusätzlichen Überdachung kann zu einer schlechteren Erreichbarkeit der Öffnung führen, da nicht die gesamte Fläche für eine Öff-

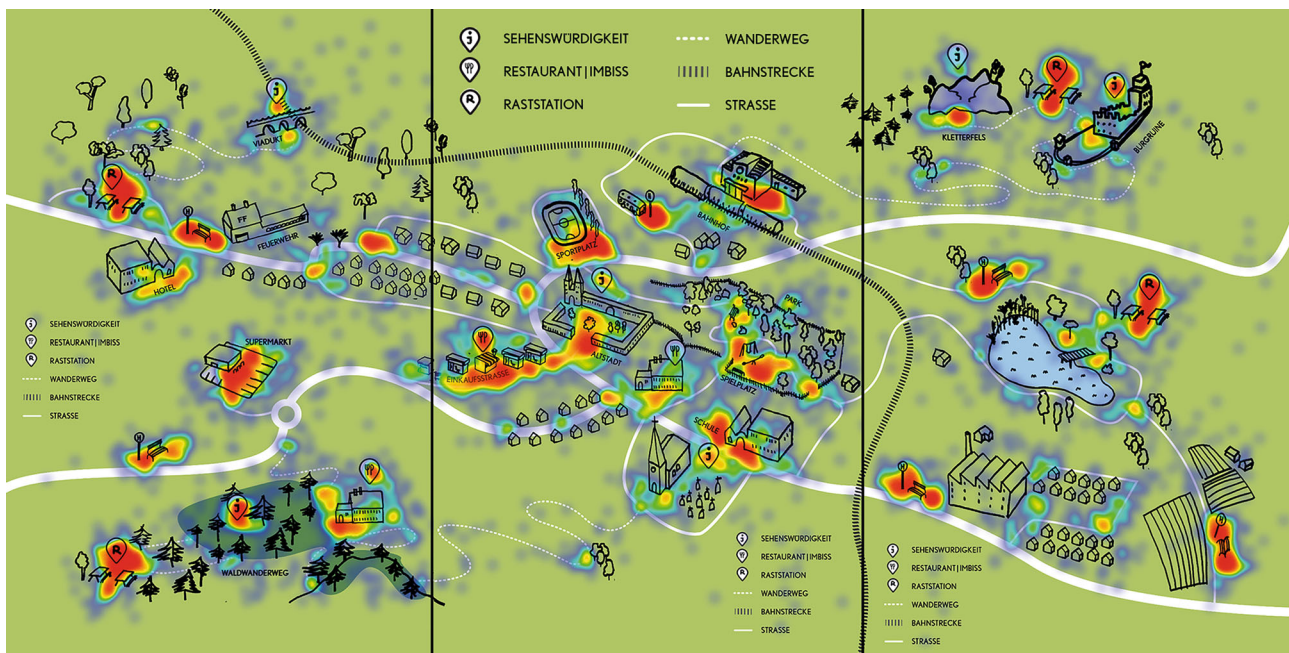


Abb. 3 Heatmap an welchen Stellen die Befragten einen Abfallbehälter mit Mülltrennung erwarten. (Rote Bereiche kennzeichnen dabei sogenannte Hotspots, an denen die höchste Erwartung besteht. Die Abfrage erfolgte in drei Teilabschnitten für die Anzeige auf Mobilgeräten, die vergrößerte Legende (Mitte oben) wurde hier zur Lesbarkeit hinzugefügt (Quan_2))

nung genutzt werden kann. Darüber hinaus nutzen Reinigungskräfte die Öffnung als visuelle Füllstandsinformation (Qual_5). Dies ist bei kleinen oder verdeckten Öffnungen nur eingeschränkt möglich.

Zuletzt sind auch Ergonomie und Sicherheit bei der Entleerung zu berücksichtigen. Für die Handhabung der Abfallbehälter durch Instandhalter:innen sind verschiedene Punkte der Ergonomie und Sicherheit zu beachten. Der Behälter sollte leicht zu reinigen und zu entleeren sein, dabei spielen das Material, die Form, aber auch das Gewicht des Behälters eine wichtige Rolle. Wie leicht Behälter zu entleeren sind und welche Hilfsmittel benötigt werden, ist abhängig vom Modell des Behälters: Hängeabfallbehälter sind oft über eine Bodenklappe oder Auskippen des Behälters zu entleeren (Qual_5, Qual_8), Standabfallbehälter sind zumeist mit Säcken- oder Innenbehältern ausgestattet. Scharfe Kanten müssen vermieden werden, um Verletzungen bei der Reinigung sowie Beschädigungen des Sacks zu verhindern (Qual_5; Quan_5). Bei sacklosen Systemen sollten die Innenbehälter nicht zu groß oder schwer sein, um übermäßige körperliche Belastungen für das Reinigungspersonal auszuschließen (Qual_2, Qual_5). Ausnahmen gelten

für Systeme, bei denen eine Entleerung mit technischen Hilfsmitteln und nicht durch manuelles Hochheben erfolgt (z.B. mittels Hebebehelf). Es ist außerdem darauf zu achten, dass Abfallbehälter und eventuelle Entleerwagen und Hilfsmittel zusammenpassen. Unzureichende Ausrüstung, zu schwere oder sperrige Säcke oder Behälter sowie eine schlechte Weggestaltung bis zum Sammelraum können zu Verletzungen führen (Qual_5). Außerdem fällt es dem Reinigungspersonal so schwerer, die getrennt eingesammelten Abfälle (z.B. separate Müllsäcke für Leichtverpackungen, Papier und für Restmüll) auch getrennt zu transportieren und zu entsorgen (Qual_5).

3.2.3 Information und Kommunikation

Abfallbehälter weisen verschiedene Kommunikationselemente auf, beispielsweise die Farbe und Form von Behältern und Deckeln, Beschilderungen und Botschaften, Symbole, Etiketten, Bilder von erlaubten bzw. unerlaubten Gegenständen sowie Naturdarstellungen (Qual_8). Da Abfallbehälter Konsument:innen als wichtige Informationsquelle für die Abfallentsorgung dienen, indem Kennzeichnungen und Beschilderungen gelesen bzw. bewusst und unbewusst wahrgenommen wer-

den, (Qual_2, Qual_3, Qual_5) kann eine Kennzeichnung von Trennfraktionen mithilfe von Farbcodierungen und Beschriftungen die Abfallentsorgung für Konsument:innen erleichtern.

Informationshinweise zur Kennzeichnung von Trennfraktionen können visuell sein, etwa Aufkleber, Farben, Bilder oder Schilder, oder schriftlich, über Etiketten oder Textinformationen. Bilder werden dabei besser verstanden als Beschriftungen. In einer Studie zum Design von Beschilderungen für Abfallbehälter wurde festgestellt, dass grafische Hinweise, die Symbole oder Bilder erlaubter Gegenstände enthalten, die Leistung bei der Mülltrennung deutlich mehr steigerten als schriftliche Etiketten (Wu et al. 2018). Die Sortieranalyse im vorliegenden Projekt zeigte auf, dass Produkte, die auf den Trennbehältern abgebildet sind, öfter richtig getrennt werden (Quan_5). Fotografien von Produkten auf den Behältern sind Piktogrammen dabei vorzuziehen, da diese oft zu abstrakt und uneinheitlich sind und damit unverständlich sein können (Walter 2021). Labels, die zusätzlich zu „erlaubten“ Abfällen Bilder von „verbotenen“ Abfällen zeigen, erzielen keinen weiteren positiven Effekt im Vergleich zu Labels mit ausschließlich „erlaubten“ Abfällen (Beispiel Abb. 5c, Wu et al. 2018). Insgesamt sollten unübersicht-

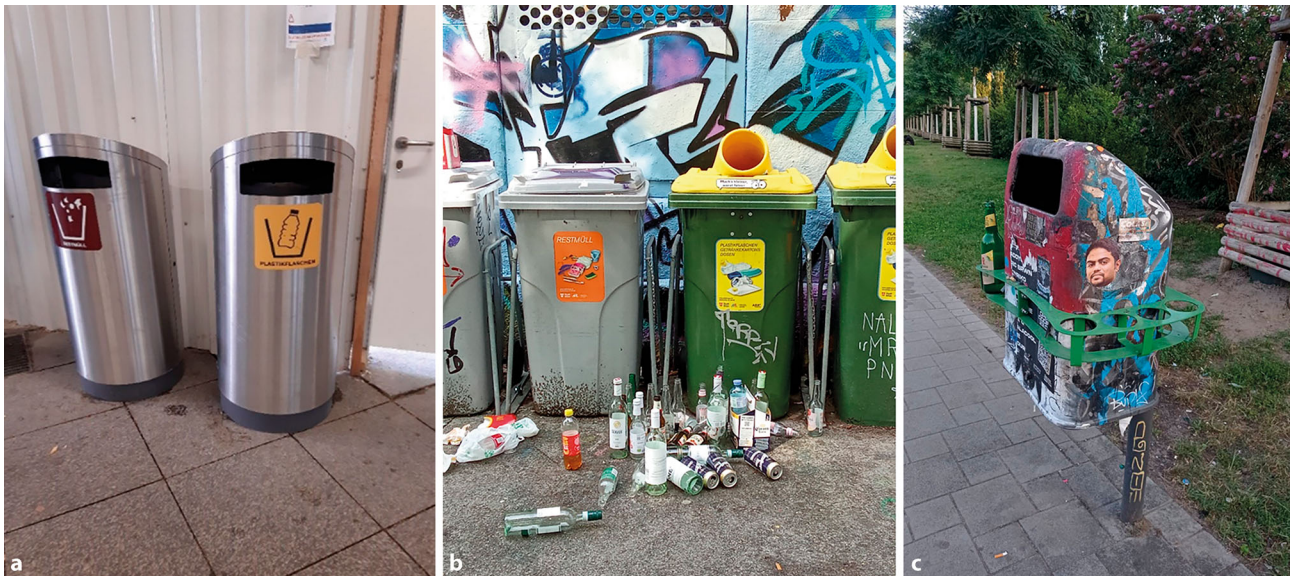


Abb. 4 Beispiele für öffentliche Abfallbehälter. (a) Standabfallbehälter „Abfallhai“ für Restmüll und Leichtverpackung, (b) Mobile Sammelbehälter für Leichtverpackungen („Kermit“) und Restmüll sowie davor abgestellte Glasflaschen am Wiener Donaukanal, (c) Hängebekälter mit Pfandringen (Kladnik 2024; Qual_8)



Abb. 5 Beispiele für öffentliche Trennbehälter (a) Trennbehälter mit Überdachung und Aschenbecher, (b) Trennbehälter mit verschiedenen Öffnungsformen pro Abfallfraktion, (c) Trennbehälter mit Überdachung und seitlichem Einwurf sowie Kennzeichnung von Trennfraktion mit „erlaubten“ und „nicht erlaubten“ Abfällen (Kladnik 2024; Qual_8)

liche Labels und zu viele Abbildungen von Abfällen vermieden werden, da sie zu einer Informationsüberlastung führen können (Gutierrez et al. 2021; Verdonk et al. 2017). Das gilt sowohl für Abbildungen als auch für schriftliche Botschaften. Bei allen Kennzeichnungen ist auf einen ausreichenden Farbkontrast sowie eine lange Haltbarkeit und UV-Beständigkeit zu achten, um nachträgliches Verblässen zu verhin-

dern. Auf EU-Ebene wurde ein Projekt initiiert, welches das Ziel verfolgt, die Kennzeichnungen für Trennfraktionen EU-weit zu vereinheitlichen, und aktuell einen Prototyp erarbeitet (Joint Research Centre 2023). Wichtige verhaltensbezogenen Hintergründe der Gestaltung und Behälterkennzeichnung wurden bereits rezensiert und veröffentlicht (Beaumais et al. 2024).

Die *Farbcodierung der Trennfraktionen* der Abfallbehälter ist eine wesentliche Informationsquelle für Konsument:innen, um Wertstoffe den richtigen Behältern zuzuordnen (Qual_1, Qual_2, Qual_3; siehe Beispiele in Abb. 5 und 6). Sie sollte einheitlich angewandt werden, damit auch Pendler:innen oder Tourist:innen sich in einer fremden Region schnell mit dem Trennsystem vertraut machen können.



Abb. 6 Beispiele für öffentliche Abfallbehälter. (a) Trennbehälter mit Überdachung, Farbcodierung und Piktogrammen, (b) Abfallbehälter „BigBelly“ mit Klappe und Fußpedal, Naturabbildungen und Werbung, (c) Trennbehälter mit transparenten Müllsäcken (Kladnik 2024; Qual_8))



Abb. 7 Beispiele für öffentliche Abfallbehälter mit zusätzlichen Elementen. (a) Hängeabfallbehälter in Hamburg mit humorvollem Spruch, (b) Restmüllbehälter mit „übertriebenem“ Einwurftrichter auf einem Besucherparkplatz, (c) „Abfallhai“ für Restmüll mit Umweltmessage (Kladnik 2024, Qual_8), (d) Hinweisschild auf Restmüllcontainer zur Abfalltrennmöglichkeit (Kladnik et al. o.J. in Ausarbeitung))

In qualitativen Interviews in Niederösterreich und Wien wurde die Zuordnung von Papier zur Farbe Rot, die in Österreich üblich ist, am besten verstanden. Die Zuordnung der anderen Wertstoffe zu den jeweiligen Farben erwies sich hingegen als weniger stabil und verbesserungswürdig (Qual_1). Vor allem die Zuordnung der Farbe Gelb/Blau für Leichtverpackungen wurde von den Konsument:innen als problematisch gesehen, was vermutlich auf die kürzliche Umstellung der Leichtverpackungssammlung in Österreich zurückzuführen ist. Eine passende farbliche Kennzeichnung von Produkten und Verpackungen entsprechend der Farbe der Fraktion auf dem Abfallbehälter, beispielsweise in Form eines

bunten Punkts auf der Rückseite, könnte die Zuordnung zusätzlich erleichtern (Qual_1). Auch die einheitliche Verpackungskennzeichnung ist Teil der Vereinheitlichungsbestrebungen auf EU-Ebene (Joint Research Centre 2023).

Einen weiteren Aspekt der farblichen Codierung stellen die verwendeten Müllsäcke dar, die in den Abfallbehältern oder vom Reinigungspersonal verwendet werden. Konsument:innen äußerten in Interviews öfter Misstrauen, dass ihre getrennten Abfälle alle gemeinsam in schwarzen Müllsäcken landen würden und so die Trennung der Wertstoffe durch das Reinigungspersonal nicht aufrechterhalten wird (Qual_1). Daher ist es wichtig, die Farben der Fraktionen auch bei der Ent-

leerung durch das Reinigungspersonal beizubehalten (z. B. durch farbige Müllsäcke), um das Vertrauen der Konsument:innen zu gewährleisten.

Die *Beschriftung auf Abfallbehältern* kann eine zusätzliche Informationsquelle für Konsument:innen darstellen. Dabei ist auf eine gut lesbare Schrift ohne Serifen sowie eine klare und leicht verständliche Sprache zu achten, auch in Bezug auf Wertstoff-Bezeichnungen. Der Begriff „Leichtverpackung“ zum Beispiel, kann problematisch sein und ist (derzeit) für Konsument:innen nicht gut verständlich (Gangl et al. 2022). Die Beschriftung kann auch genutzt werden, um neben der Kennzeichnung der Abfallfraktionen auf den jeweiligen Behältern zusätzliche Hinweise

anzubringen, welche die korrekte Entsorgung erleichtern sollen. Beispiele hierfür wären Beschriftungen, wie „Nur entleerte Verpackungen!“ oder „Keine Lebensmittel!“. Informationen zur weiteren Verarbeitung der Wertstoffe (Was passiert mit dem Abfall nach der Sammlung?) könnte Konsument:innen zusätzlich zur Mülltrennung motivieren, da sie so sehen, dass ihr Trennverhalten einen Beitrag leistet (Hartl und Hofmann 2024; Winterich et al. 2019) (Qual_1). Wie bei der Kennzeichnung von Trennfractionen ist auch bei Beschriftung Informationsüberlastung zu vermeiden (Verdonk et al. 2017).

Informationen am Abfallbehälter können auch genutzt werden, um Konsument:innen über die nächste Trennmöglichkeit zu informieren. Im Zuge des Projekts „UrbanWaste“ (siehe Kap. 2) wurde als Maßnahme zur Steigerung der getrennten Sammlung erstmals ein „Wertstoff-Leitsystem“ (Hinweisschilder zu Trennmöglichkeiten) getestet. Es wurden Hinweisschilder an Restmüllbehältern angebracht, um auf naheliegende Trennbehälter hinzuweisen (siehe Abb. 7d) (Details siehe Quan_5). Diese Art von Hinweisen könnte eine kostengünstige Maßnahme zur Trennverbesserung darstellen und zeigte in den durchgeführten Feldversuchen insgesamt betrachtet eine leicht positive Wirkung auf die Abfalltrennung (Quan_5). Bei den im Zuge des Feldversuchs durchgeführten Beobachtungen konnten jedoch nur wenige Interaktionen der Konsument:innen mit den Hinweisschildern auf den Restmüllbehältern beobachtet werden (Qual_5), weshalb weitere Untersuchungen für ein besseres Verständnis erforderlich sind.

3.2.4 Zusätzliche Maßnahmen zur Steigerung der Beteiligung von Konsument:innen

Neben funktionellen Eigenschaften der Behälter konnten bei öffentlichen Abfallbehältern zusätzliche Elemente identifiziert werden (Qual_1, Qual_8), welche Einfluss auf die insgesamt gesammelte Abfallmenge, das Abfalltrenn- und Anti-Litteringverhalten haben können, indem Aufmerksamkeit und das Engagement der Konsument:innen für den Entsorgungsprozess erhöht wird (Gangl et al. 2022). Dabei ist zu beachten, dass die Möglichkeit, Abfallbehälter so zu gestalten, dass sie die Aufmerksamkeit von Konsument:innen

gewinnen (zum Beispiel mit grellen Farben), im Widerspruch zum Wunsch von Betreiber:innen steht, dass Abfallbehälter sich in das Stadtbild einfügen sollen (Qual_7).

Zu den Strategien, die Aufmerksamkeit erhöhen oder die Beteiligung der Konsument:innen steigern können, zählen zum Beispiel der Einsatz von humorvollen Sprüchen, Naturdarstellungen, Rückmeldeoptionen für Konsument:innen (z.B. Misttelefon), Gamification-Maßnahmen wie „Abstimmungsboxen“, transparente Behälterelemente zur optischen Überprüfung der Trennqualität sowie spezielle Öffnungsgestaltungen (z.B. übertriebene „Einwurftrichter“) (siehe Beispiele in Abb. 6c und 7a, 7b und 7c; Qual_8). Zusätzlich können Beschriftungen auf Abfallbehältern für eine positive Bestärkung genutzt werden (z.B. „Danke!“ oder Umweltmessages wie „Halt die Umwelt sauber!“, „Halte den Berg sauber, sei auch du dabei!“ etc.), welche die Motivation der Konsument:innen verstärken sollen. Positive Umweltstatements, wie „Recycle more, save the earth“, können jedoch zu überambitioniertem Entsorgen nicht recyclingfähiger Abfälle in die Trennfractionen statt in den Restmüll und so zu einer Verschlechterung der Wertstoffqualität führen (Catlin et al. 2021).

Als alternative Maßnahme versuchen außerdem einige Gemeinden, Abfallbehälter komplett aus dem öffentlichen Raum zu entfernen, um die Konsument:innen dazu zu bewegen, ihren Abfall mitzunehmen und Littering zu vermeiden und möglichst daheim zu trennen (Quan_3).

3.2.5 Weitere Erkenntnisse zur Prävention von Littering und unsachgemäß entsorgtem Abfall

Im Verlauf des Projekts wurde deutlich, dass das Thema „Littering“ – die unsachgemäße Entsorgung von Abfall im öffentlichen Raum – für Betreiber:innen, Instandhalter:innen und Konsument:innen von starker Relevanz ist. Viele der beobachteten Maßnahmen zielen daher nicht nur auf die Förderung der Mülltrennung, sondern vor allem auf die Vermeidung von Littering ab.

Littering, bei dem Abfall unsachgemäß im öffentlichen Raum entsorgt wird, verursacht sichtbare Verunreinigungen und kann durch den „Broken Windows“-Effekt zu weiteren Ver-

schmutzungen führen (vgl. Bergquist et al. 2023). Dieser Effekt besagt, dass sichtbare Schäden oder Verschmutzungen das Verhalten anderer negativ beeinflussen, was zu einer Verstärkung des Problems führt. Zusätzlich entstehen hohe Kosten für Reinigung und sachgemäße Entsorgung. Obwohl Konsument:innen Littering als sehr störend empfinden (Quan_1), kommt es immer wieder dazu, dass Abfall nicht korrekt entsorgt, sondern gelittert wird. Die Ursachen sind vielfältig und komplex. In Beobachtungen (Qual_4, Qual_5) konnte aber nur wenig aktives Littering (d.h., das bewusste, unsachgemäße Wegwerfen von Abfall durch Konsument:innen) beobachtet werden. Eine wesentliche Ausnahme bilden Zigarettenstummel, die häufig im öffentlichen Raum unsachgemäß entsorgt werden und generell zu den am häufigsten gelitterten Produkten zählen (Vanapalli et al. 2023). Trotzdem wurde im Projekt immer wieder auch anderer Abfall auf dem Boden dokumentiert. Die durchgeführten Beobachtungen legen nahe, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass Konsument:innen Abfall auf oder neben überfüllte Abfallbehälter legen oder auf Müll stapeln, der aus Abfallbehältern ragt. Weitere Ursachen sind missglückte Einwürfe, wodurch Abfälle rund um die Behälter verstreut werden. Diese Abfälle können vom Wind erfasst und in der Umgebung verteilt werden (Qual_4, Qual_5). Um dieser Problematik entgegenzuwirken, sollten überfüllte, dysfunktionale oder zu kleine Abfallbehälter vermieden werden. Mobile Behälter bieten zudem die Möglichkeit, flexibel und punktuell auf erhöhtes Abfallaufkommen zu reagieren, beispielsweise während stark frequentierter Wochenendtage, wenn eine Reinigung erst wieder montags möglich ist. Gegebenenfalls kann es ausreichen, die Entleerungsintervalle an Stoßzeiten anzupassen. Ein enger Austausch zwischen Betreiber:innen und Instandhaltungs- und Reinigungspersonal ist von entscheidender Bedeutung, um auf erhöhtes Abfallaufkommen flexibel reagieren zu können. Standardisierte Abläufe können dabei helfen, situationsgerechte Maßnahmen schnell und effizient umzusetzen (Puzsar et al. 2020).

Sortieranaylsen und Gespräche mit dem Reinigungspersonal verdeutlichen zudem, dass ein Teil des öffentlichen Abfalls aus unsachgemäß entsorgtem Haus- oder Gewerbeabfall besteht. In

Krems etwa machen diese „unautorierten Abfälle“² ca. 8 % des öffentlichen Abfalls aus (Kladnik et al. 2024; Quan_4). Ein enger Austausch zwischen Instandhalter:innen und lokalen Betrieben, wie Imbissständen, Restaurants und Supermärkten könnte hier ebenfalls eine Verbesserung bringen. Eine möglichst gut einsehbare Positionierung der Abfallbehälter ist auch empfohlen, um Littering zu vermeiden, da sich Konsument:innen dann beobachtet fühlen und eher sozial erwünscht handeln. Studien zeigen, dass sich dieser Effekt beispielsweise durch die Darstellung von „beobachtenden Augen“ verstärken lässt (Dear et al. 2019; Gangl et al. 2022).

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie befasst sich mit der Frage, wie ein effizientes System zur Abfalltrennung im öffentlichen Raum gestaltet werden sollte und welche relevanten Einflussfaktoren hierbei zu berücksichtigen sind. Empfehlungen zur Gestaltung sind dabei in die Kategorien *Standort und Anordnung*, *Behälterdesign* und *Information und Kommunikation* gegliedert und die Sichtweise von Betreiber:innen (z.B. Gemeinden), Instandhalter:innen und Konsument:innen wird berücksichtigt.

Eine wesentliche Erkenntnis über alle Kategorien hinweg ist, dass Konsument:innen nach ihrer Gewohnheit handeln und dementsprechende Erwartungen haben. Bezüglich des Standorts bedeutet dies, dass Konsument:innen einer inneren Landkarte folgen, um Abfallbehälter an öffentlichen Plätzen zu finden. Daher eignen sich Standorte wie Ein- und Ausgänge, öffentliche Toiletten, Haltestellen, Bereiche entlang der Hauptpfade, Orte mit Sitzgelegenheiten oder Straßenkreuzungen besonders gut zur Aufstellung von Trennbehältern. Dabei ist auf eine Bereitstellung von Trennbehältern zu-

sammen mit Restmüllbehältern zu achten. Die Auswahl der Trennfraktionen sollte sich an den regional etablierten Trennfraktionen (z.B. Haushaltssammlung) orientieren, um Verwirrungen bei Konsument:innen zu vermeiden. Aufgrund des hohen Wertstoff- und Verpackungsaufkommens kann es vor allem Sinn machen eine Papier-, Leichtverpackungs- und Glassammlung bereitzustellen. Eine getrennte Sammlung von Glas wird von Konsument:innen erwartet, wird bei Instandhalter:innen und Betreiber:innen jedoch als Herausforderung gesehen, da durch das Gewicht die manuelle Entleerung und der Transport erschwert ist und zerbrochenes Glas eine Verletzungsgefahr birgt.

Solche Diskrepanzen zwischen Bedürfnissen der verschiedenen Akteur:innen konnten auch in Bezug auf Behälterdesign erkannt werden. So wünschen sich Konsument:innen große Einwurfoffnungen, die auch im Vorbeigehen genutzt werden können, Instandhalter:innen und Betreiber:innen sehen große Öffnungen jedoch kritisch, da öfter danebengeworfen wird und unautorisierter Abfall (z.B. Gewerbeabfall) leichter entsorgt werden kann. Genauso sind Deckel und Klappen bei Konsument:innen unerwünscht, ein Schutz vor Witterung sowie Geruchsminimierung aber im Interesse von Betreiber:innen. Öffnungsformen, die an die Fraktion angepasst sind, machen das System für Betreiber:innen weniger flexibel, für Instandhalter:innen möglicherweise komplizierter und kann auch bei Konsument:innen kontraproduktiv sein, wenn beispielsweise Verpackungen nicht in die vorgesehenen Schlitze passen. Daher kann diese Option nicht als zwingend nutzbringend eingestuft werden. Wie schon beim Standort bevorzugen Konsument:innen schon gewohnte Gegebenheiten, also ihnen vertraute Abfallbehälter, die durch Form und Kennzeichnung als solche erkennbar sind.

Informationshinweise auf Abfalltrennbehältern sind eine wesentliche Maßnahme, um Konsument:innen zu mehr und besserer Abfalltrennung zu bewegen, da sich Konsument:innen Informationen direkt am Behälter einholen und erwarten. Abbildungen von Trennfraktionen sowie klare und einfache Kennzeichnungen, wie Farben, spielen eine wesentliche Rolle. Eine klare und einfache Sprache ist eben-

falls wichtig, z.B. auch in Bezug auf Wertstoffbezeichnungen.

Grundsätzlich wird empfohlen, bei der Planung von Umstellungen existierender Systeme als auch im Routinebetrieb auf einen kontinuierlichen Austausch zwischen Betreiber:innen und Instandhalter:innen zu achten, um wichtige Erkenntnisse und Erfahrungen zur Arbeitssicherheit und zum Arbeitsablauf bei der Entleerung, Wartung und Reinigung berücksichtigen zu können. Die Diskrepanzen zwischen den Bedürfnissen machen klar, dass eine Umsetzung einer getrennten Abfallsammlung im öffentlichen Raum verschiedener Abwägungen bedarf und eine probeweise Einführung, Prototypen-Tests oder Umfragen vorab sinnvoll erscheinen. Die durchgeführten Untersuchungen machen insbesondere deutlich, dass eine Etablierung der Abfalltrennung als soziale Norm im öffentlichen Raum voranzutreiben ist. Hier besteht noch Forschungsbedarf, um mögliche Hebel zu identifizieren, welche die Akzeptanz und Nutzung von Trennbehältern weiter steigern könnten. Während Stakeholder:innen im öffentlichen Raum primär darauf bedacht sind, Littering zu vermeiden, steht die getrennte Sammlung weniger im Fokus, obwohl diese im Haushalt bereits weitgehend etabliert ist. Ein wesentlicher Faktor dabei ist das derzeit unzureichende Angebot an Trennmöglichkeiten im öffentlichen Raum. Durch die hohe Sichtbarkeit im öffentlichen Raum besteht ein großes Potenzial, dass öffentliche Trennsysteme durch Vorbildwirkung zur kollektiven Trennmoral beitragen und das Bewusstsein für die Thematik erhöhen. Insofern ist der kleine Anteil des öffentlichen Abfalls im Vergleich zum Gesamt-Siedlungsabfallaufkommen (<5 %) in diesem Zusammenhang relativ zu sehen. Es ist jedoch auch klar, dass eine Erhöhung der Anzahl von Trennbehältern mit erheblichem logistischem Aufwand verbunden ist. Zukünftige Studien können daher beispielsweise untersuchen, ob eine Reduktion der Restmüllbehälterdichte in Kombination mit einem höheren Anteil an Trennbehältern das Verhalten der Konsument:innen positiv beeinflussen könnte und zum Ausbilden einer sozialen Norm zur Abfalltrennung im öffentlichen Raum beiträgt. Auch der Effekt auf eine getrennte Sammlung durch komplette Entfernung von öffentlichen Restmüllbehältern könnte in weiterer Folge untersucht werden.

² Im Zuge der Sortieranaysen in Krems wurden „unautorisierte Abfälle“ anhand der Größe (verschlossene Säcke und Abfälle, die deutlich größer sind als die Öffnung des öffentlichen Abfallbehälters) und der Art des Inhalts (z.B. eindeutige Haushaltsabfälle wie Tierfutter, Waschmittelverpackungen, zerbrochene Fliesen, Küchenabfälle oder Abfälle mit homogener Zusammensetzung wie große Mengen gleichartiger Kartonagen, Gartenabfälle oder Bauschutt) identifiziert.

Die durchgeführten Untersuchungen liefern praktische Maßnahmen zur Optimierung der Abfalltrennung im öffentlichen Raum und wertvolle Impulse für zukünftige Studien. Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse, dass künftige Forschungen weiterhin interdisziplinär gestaltet werden sollten. Erkenntnisse aus der Abfallwirtschaft profitieren von Einsichten aus anderen Disziplinen, wie den Sozialwissenschaften oder Industriedesign, und umgekehrt. Durch einen ganzheitlichen, fachübergreifenden Ansatz können nachhaltige Lösungen entwickelt werden, die sowohl das Verhalten der Konsument:innen als auch die infrastrukturellen Rahmenbedingungen optimal berücksichtigen.

Danksagung Die Autorinnen bedanken sich bei allen Stakeholder:innen und teilnehmenden Personen für ihre Unterstützung, die zur Verfügung ge-

stellten Informationen und die geteilten Erfahrungen. Dank an Eva Hofmann für ihre Mitarbeit und Unterstützung im Projekt.

Förderung Die Arbeiten werden durch den Wiener Wissenschafts-Forschungs- und Technologiefonds (WWTF) und das Land Niederösterreich im Zuge des Projekts „UrbanWaste“ (10.47379/ESR20-019) gefördert.

Funding The authors acknowledge TU Wien Bibliothek for financial support through its Open Access Funding Programme.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ur-

sprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Antonopoulos, I., Faraca, G., & Tonini, D. (2021): Recycling of post-consumer plastic packaging waste in the EU: Recovery rates, material flows, and barriers. *Waste Management*, 126, 694–705. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.002>
- Barr, S., Shaw, G., & Coles, T. (2011): Sustainable lifestyles: Sites, practices, and policy. *Environment and Planning A*, 43(12), 3011–3029. <https://doi.org/10.1068/a43529>
- Bateson, M., Robinson, R., Abayomi-Cole, T., Greenlees, J., O'Connor, A., & Nettle, D. (2015): Watching eyes on potential litter can reduce littering: Evidence from two field experiments. *PeerJ*, 2015(12), e1443. <https://doi.org/10.7717/PEERJ.1443/SUPP-3>
- Beaumaïs, O., Kirakozian, A., Lazaric, N., Bruns, H., & Dupoux, M. (2024): Behavioural insights for waste-sorting labels in the European Union. A Literature Review. <https://doi.org/10.2760/641099>
- Bergquist, M., Helferich, M., Thiel, M., Hellquist, S., Skipor, S., Ubianuju, W., & Ejelöv, E. (2023): Are broken windows spreading? Evaluating the robustness and strengths of the cross-norm inhibition effect using replications and a meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 88, 102027. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102027>
- BMK (2024). Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich, Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp/bawp2023.html
- Catlin, J. R., Leonhardt, J. M., Wang, Y., & Manuel, R. J. (2021): Landfill or Recycle? Pro-Environmental Receptacle Labeling Increases Recycling Contamination. *Journal of Consumer Psychology*, 31(4), 765–772. <https://doi.org/10.1002/jcpsy.1216>
- Chaudhary, A. H., Polonsky, M. J., & McClaren, N. (2021): Littering behaviour: A systematic review. *International Journal of Consumer Studies*, 45(4), 478–510. <https://doi.org/10.1111/IJCS.12638>
- Cialdini, R. B., Reno, R. R., & Kallgren, C. A. (1990): A Focus Theory of Normative Conduct: Recycling the Concept of Norms to Reduce Littering in Public Places. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(6), 1015–1026. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.58.6.1015>
- Cimpan, C., Maul, A., Jansen, M., Pretz, T., & Wenzel, H. (2015): Central sorting and recovery of MSW recyclable materials: A review of technological state-of-the-art, cases, practice and implications for materials recycling. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.03.025>
- Dear, K., Dutton, K., & Fox, E. (2019): Do 'watching eyes' influence antisocial behavior? A systematic review & meta-analysis. *Evolution and Human Behavior*, 40(3), 269–280. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2019.01.006>
- Duffy, S., & Verges, M. (2009): It matters a hole lot: Perceptual affordances of waste containers influence recycling compliance. *Environment and Behavior*, 41(5), 741–749. <https://doi.org/10.1177/0013916508323737>
- EC (2021): Study to support the development of implementing acts and guidance under the Directive on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment: WP 6: final report on developing guidelines on litter clean-up costs. Publications Office. <https://doi.org/10.2779/270147>
- Egger, M. (2024): Logistik der Abfallsammlung im öffentlichen Raum. Diplomarbeit. Technische Universität Wien.
- Europäisches Parlament (2017): Generaldirektion Wissenschaftlicher Dienst, Wiltz, H., Sims, E., Lee, P., Pfaltzgraff, L., Symington, H., O'Brien, M., Bertham, O., Bell, N., & Sjögren, P. Towards a circular economy: waste management in the EU. European Parliament. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/978568>
- Gangl, K., Spitzer, E., Walter, A., Gottweis, R., Hübel, T., & Keinprecht, M. (2022): Abfalltrennung und Littering im öffentlichen Raum. Ein verhaltensökonomisches Feldexperiment (Was-
- on and littering in public spaces. A field experiment in behavioural economics). www.ihs.ac.at
- Gök, B. (2023): Untersuchung und Analyse des Trennverhaltens der Stadt Wien im öffentlichen und privaten Raum. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.
- Gök, B., Hartl, B., Dworak, S., Schwarzböck, T., & Allesch, A. (in Ausarbeitung): Consumer behaviour with regard to waste separation in public and private spaces.
- Gritsch, L., & Lederer, J. (2023): A historical-technical analysis of packaging waste flows in Vienna. *Resources, Conservation and Recycling*, 194, 106975. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.106975>
- Gutierrez, J., Fajardo, P., & Poniente, J. (2021): Redesigning the Form and Label of Waste Bins to Promote Waste Sorting Behavior in De La Salle University Manila (pp. 319–327). https://doi.org/10.1007/978-3-030-63335-6_33
- Hartl, B., & Hofmann, E. (2024): To sort or not to sort? – Consumers' waste behavior in public. *Journal of Cleaner Production*, 143677. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143677>
- Hartl, B., Rehwald, B., & Gök, B. (in Ausarbeitung): How people handle waste in public? A mystery of peer pressure, ignorance and habit.
- Hofmann, E., & Hartl, B. (in Ausarbeitung): The impact of emotions on waste sorting in public.
- Istel, K., & Detloff, K. (2018): Einweggeschirr und To-Go-Verpackungen. Abfallaufkommen in Deutschland 1994 bis 2017 (Disposable tableware and to-go packaging waste generation in Germany 1994 to 2017). www.gewaesserretter.de
- Jiang, Q., Izumi, T., Yoshida, H., Dilixiati, D., Leeabai, N., Suzuki, S., & Takahashi, F. (2019): The effect of recycling bin design on PET bottle collection performance. *Waste Management*, 95, 32–42. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.054>
- Joint Research Centre (2023, May 2): Where should I throw this? Harmonising waste sorting labels across the EU. https://policy-lab.ec.europa.eu/news/harmonising-waste-sorting-labels-across-eu-2023-05-02_en

- Kaaronen, R. O., & Rietveld, E. (2021): Practical lessons for creating affordance-based interventions for sustainable behavior change. On Earth. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.09.013>
- Kauertz, B., Schlecht, S., Markwardt, S., Knappe, F., Reischl, S., Pauer, G., & Rubik, F. (2018): Untersuchung der ökologischen Bedeutung von Einweggetränkebechern im Außer-Haus-Verzehr und mögliche Maßnahmen zur Verringerung des Verbrauchs. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>
- Kladnik, V. (2024): Waste containers in public and semi-public spaces [Datensatz]. <https://doi.org/10.48436/FN6Z3-WRN78>
- Kladnik, V., Dworak, S., & Schwarzböck, T. (in Ausarbeitung): Improving waste separation in public spaces – a field study.
- Kladnik, V., Dworak, S., & Schwarzböck, T. (2024): Composition of public waste – a case study from Austria. *Waste Management*, 178, 210–220. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.02.031>
- KplusV (2020): Littering in the MWE member states An inventory of costs, amounts and assessments Municipal Waste Europe.
- Lederer, J., Bartl, A., Blasenbauer, D., Breslmayer, G., Gritsch, L., Hofer, S., Lipp, A. M., & Mühl, J. (2022): A review of recent trends to increase the share of post-consumer packaging waste to recycling in Europe. *Detritus*, 19, 3–17. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2022.15198>
- Leeabai, N., Suzuki, S., Jiang, Q., Dilixiati, D., & Takahashi, F. (2019): The effects of setting conditions of trash bins on waste collection performance and waste separation behaviors; distance from walking path, separated setting, and arrangements. *Waste Management*, 94, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.039>
- LGBL Nr. 47/2007. Landesgesetzblatt für Wien. Nr. 47. Reinhaltung von Straßen mit öffentlichem Verkehr und öffentlich zugänglichen Grünflächen in Wien (Wiener Reinhaltegesetz – Wr. ReiG).
- Miao, L., & Wei, W. (2016): Consumers' Pro-Environmental Behavior and Its Determinants in the Lodging Segment. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 40(3), 319–338. <https://doi.org/10.1177/1096348013495699>
- Miranda, R., Monte, M. C., & Blanco, A. (2013): Analysis of the quality of the recovered paper from commingled collection systems. *Resources, Conservation and Recycling*, 72, 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.12.007>
- Puzsar, N., Forstner, G., Roman Pfefferle, M., & Mag Andreas Schneider, U.-P. (2020): Flexibles Handeln bei der Wiener Straßenreinigung – gelebte Praxis oder Zukunftsvision? / vorgelegt von: Nicole Puzsar. <http://pub.fh-campuswien.ac.at/obvfcwhsacc/5255925>
- RegioData (2019): Österreich – Ausgaben für Außer-Haus-Essen an Konsumausgaben für Ernährung 2018. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/48095/umfrage/ausgaben-fuer-ausser-haus-essen-an-konsumausgaben-fuer-ernaehrung-in-oesterreich/>
- Schmidt, S., & Laner, D. (2021): The multidimensional effects of single-use and packaging plastic strategies on German household waste management. *Waste Management*, 131, 187–200. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.003>
- Schuch, D., Lederer, J., Fellner, J., Scharff, C. (2023): Separate collection rates for plastic packaging in Austria – A regional analysis taking collection systems and urbanization into account. *Waste Management*, 155, 2023, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.023>
- Stoifl, B., & Oliva, J. (2020): Littering in Österreich (Littering in Austria). <http://www.umweltbundesamt.at/>
- Tallentire, C. W., & Steubing, B. (2020): The environmental benefits of improving packaging waste collection in Europe. *Waste Management*, 103, 426–436. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2019.12.045>
- TBHauer (2021): Littering im Sinne der EU-Richtlinie 2019/904 Artikel 8: Erweiterte Produzentenverantwortung, Ermittlung von Kennzahlen hinsichtlich Aufwand und Kosten für Straßenreinigung. Technisches Büro Hauer. https://www.stadt-salzburg.at/fileadmin/landingpages/abfall/littering/littering_studie_2021_des_technischenbueros_hauer_umweltwirtschaft_gmbh.pdf
- Vanapalli, K. R., Sharma, H. B., Anand, S., Ranjan, V. P., Singh, H., Dubey, B. K., & Mohanty, B. (2023): Cigarettes butt littering: The story of the world's most littered item from the perspective of pollution, remedial actions, and policy measures. *Journal of Hazardous Materials*, 453, 131387. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.131387>
- Verdonk, S., Chiveralls, K., & Dawson, D. (2017): Getting Wasted at WOMA Delaïde: The Effect of Signage on Waste Disposal. *Sustainability*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/su9030344>
- VKU (2015): Information 86 – Streitfall Flaschenhalterungen, VKU – Verbund kommunaler Unternehmen e.V., <https://www.vku.de/publikationen/2015/information-86/>
- Walter, A. (2021, April 14): Ein Online Experiment zur Mülltrennung. <https://www.ihs.ac.at/publications-hub/blog/auch-nicht-uebel-dieser-kuebel/>
- Wiltz, H., Reuter, R., Eckhardt, M., Kölmel, R., Birnstengel, B., Anno, O., & Lammers, T. (2022): Erarbeitung eines Kostenmodells für die Umsetzung von Artikel 8 Absatz 2 und 3 der EU-Einwegkunststoffrichtlinie (Development of a cost model for the implementation of Article 8(2) and (3) of the EU Single-Use Plastics Directive). <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>
- Winterich, K. P., Nenkov, G. Y., & Gonzales, G. E. (2019): Knowing What It Makes: How Product Transformation Salience Increases Recycling. *Journal of Marketing*, 83(4), 21–37. <https://doi.org/10.1177/0022242919842167>
- Wu, D., Lenkic, P. J., DiGiacomo, A., Cech, P., Zhao, J., & Kingstone, A. (2018): How does the design of waste disposal signage influence waste disposal behavior? <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2018.07.009>

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.