

## Smart Waste

### – Wie Digitalisierung und IoT die Welt des Abfalls verändern –

Ralf Mittermayr und Sandra Klünsner

1.	Problematik.....	16
1.1.	Fehlwürfe im Restmüll .....	16
1.2.	Falsche Wahrnehmung.....	17
2.	Umsetzung mittels neuer Technologien.....	18
2.1.	Wertstoffscanner .....	19
2.2.	Intelligente Abfalltonne.....	20
2.3.	Erste Erkenntnisse.....	21
2.4.	Kommunikation als Schlüsselfaktor .....	22
3.	Resümee .....	23
4.	Quellen .....	24

Für über 90 % der Österreicher ist Abfalltrennung ihr wesentlicher Beitrag zum Umweltschutz. [7] Trotzdem landen oft nur rund 25 bis 30 % Restmüll in der Restmülltonne, die übrigen Anteile sind Wertstoffe und biogene Abfälle. Trotz des Einsatzes der Abfallwirtschaftsverbände ist keine Verbesserung zu verzeichnen. Hier besteht also noch eine gewaltige Lücke, die so schnell wie möglich geschlossen werden muss.

Um die vorgegebenen Recyclingquoten und die Ziele des Kreislaufpaktes, speziell im Bereich der Siedlungsabfälle, zu erreichen, gibt es zwei mögliche Zugänge. Einerseits kann direkt beim Anfall bei den BürgerInnen angesetzt werden. Andererseits kann die optimale Trennung von Abfällen durch eine noch ausgereifere Technik der Aufbereitungsanlagen erzielt werden. Im Idealfall wird an beiden Seiten angesetzt.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Frage, inwieweit moderne Technologien eingesetzt werden können, damit sich die Trennqualität der BürgerInnen verbessert. Bisher eingesetzte Methoden stagnieren und müssen durch neuartige Ansätze ergänzt werden. Im Folgenden werden neue Technologien, wie der Wertstoffscanner und die intelligente Mülltonne vorgestellt und erste Erkenntnisse deren Einsatzes gezeigt.

## 1. Problematik

### 1.1. Fehlwürfe im Restmüll

Ein Key Indikator zur Erreichung von hohen Recyclingzielen ist die Analyse von Fehlwürfen in der Restabfalltonne. Die nachstehende Grafik zeigt die Restabfallmengen Österreichs pro Einwohner und Bundesland.

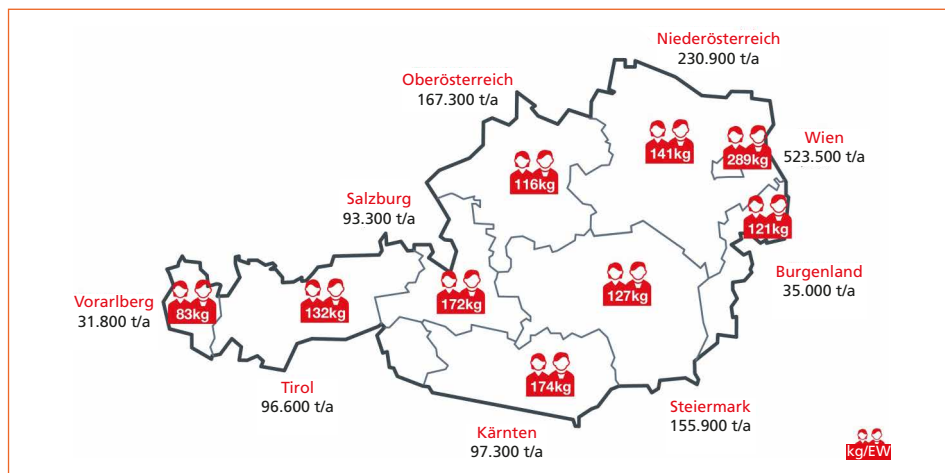


Bild 1: Restabfallaufkommen in Österreich

Quelle: VOEB Pressemitteilung vom 16. März 2018: 80 Kilo Restmüll ist Idealgewicht. <http://www.voeb.at/service/presse-news/presse-detail/show-article/80-kilo-restmuell-ist-idealgewicht/>, 2018.

Die/Der ÖsterreicherIn wirft im Durchschnitt 166 Kilogramm Abfall in die Restabfalltonne, das sind in Summe rund 1,4 Millionen Tonnen pro Jahr. Davon sind aber etwa 587.000 Tonnen, also 41 %, Wertstoffe. Im Genauen sind es 250.000 Tonnen Kunststoffe, 200.000 Tonnen Altpapier, 70.000 Tonnen Glas und 67.000 Tonnen Metalle. Neben diesen Wertstoffen befinden sich zusätzlich noch rund 35 % biogene Abfälle in der Restabfalltonne. Somit gehört nur ein Viertel des Abfalls, der in der Restabfalltonne landet auch wirklich dort hin. [8] Besonders erschreckend ist, dass sich diese Werte in den letzten 20 Jahren nicht verändert haben. Dies verdeutlicht auch die Restabfallanalyse des Bundeslandes Steiermark.

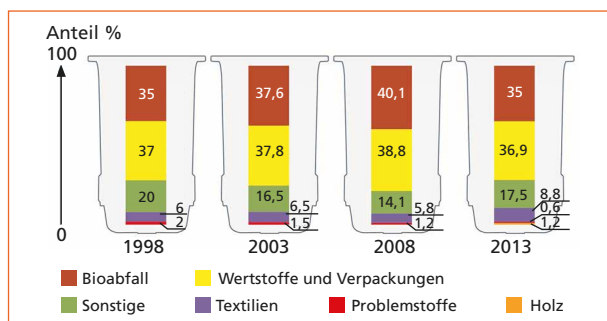


Bild 2:

Restabfallanalyse der Steiermark

Die Grafik stellt die beinahe gleich bleibenden Anteile der verschiedenen Abfallarten im Restabfall von 1998 bis 2013 dar. Der Anteil der Wertstoffe und biogenen Abfälle bleibt über die Jahre hinweg unverändert hoch.

Grundsätzlich sollten über die Restabfalltonne jene Abfälle entsorgt werden, die sonst auf keine andere Weise mehr verwertbar sind. Somit dürften also weder Wertstoffe, noch Bioabfälle in der schwarzen Tonne landen. Außerdem ist die Fraktion Restabfall im Vergleich zu anderen Fraktionen wesentlich teurer. Nachstehendes Rechenbeispiel soll dies verdeutlichen.

Tabelle 1: Rechenbeispiel Kosten Restmüll

Anteil %	Fraktion	Menge kg	Kosten EUR/t	Kosten EUR/240 l
40	Restmüll	16	150,00	2,40
15	Papier u. Karton	6	80,00	0,48
10	Verpackung	4	-	-
15	Metall und Glas	6	80,00	0,48
20	Bioabfall	8	75,00	0,60
<b>100</b>		<b>40</b>		<b>2,04</b>

Beispiel: Es wird angenommen, dass ein 240 Liter Restabfallbehälter rund 40 Kilogramm Abfall beinhaltet. Aufgrund der Fehlwurf-Analyse könnte die Fraktionszusammensetzung der Restabfalltonne wie in Tabelle 1 dargestellt aussehen – einschließlich Kosten.

Die Kosten für 40 kg Restabfall, bei angenommenen 150 EUR/t, betragen 6 EUR

und können bei 100 % perfekter Trennung – dies ist natürlich nicht in vollen Umfang umsetzbar – auf rund 2 EUR gesenkt werden. Bei einer realistischen Verbesserung von 25 % entsteht eine Verschiebung von Wertstoffen aus dem Restabfall im Wert von 1 EUR. Damit können die Kosten für neue Technologien gedeckt und Maßnahmen in Richtung Abfallwirtschaft umgesetzt werden, ohne dass sich die Gebühren der BürgerInnen, Gemeinden oder des Verbands erhöhen. Zusätzlich würden sich die Fehlwürfe um 25 % reduzieren und die Recyclingquoten positiv entwickeln.

Neben der falschen Entsorgung von Papier, Verpackungen usw. sind aber vor allem Problemstoffe und Batterien – im Speziellen Lithium-Ionen-Batterien – ein großes Problem. Diese Fraktionen bergen ein erhebliches Gefahrenpotenzial in sich.

## 1.2. Falsche Wahrnehmung

Interessant in diesem Zusammenhang ist auch die falsche Selbsteinschätzung der BürgerInnen. Wenn diese nach ihrem wichtigsten Beitrag zum Thema Umweltschutz befragt werden, gibt die Mehrheit *Abfalltrennung* als Antwort an. [7] Eine Umfrage nach den Gründen für die Abfalltrennung ergab die in Bild 3 dargestellten Ergebnisse.

Es überwiegen altruistische Gründe wie Recycling, Umweltschutz oder Ressourcenschonung. Zwang und Abfallgebühren hingegen sind keine treibenden Faktoren. Zusätzlich legt diese Studie dar, dass sich fast 80 % der BürgerInnen gut oder sogar sehr gut über Abfalltrennung informiert fühlen. [7]

Es besteht also seit Jahren die paradoxe Situation, dass die Mehrheit der BürgerInnen die Abfalltrennung als ihren wichtigsten Beitrag zum Umweltschutz wahrnimmt und sich überwiegend gut informiert fühlt, trotzdem aber rund 70 % Fehlwürfe im Restabfall

landen. Diesen Erkenntnissen nach gibt es nur zwei Möglichkeiten, die Recyclingquoten zu verbessern: Das Fehlverhalten der Menschen wird einfach akzeptiert und die Sortiertechnik der Anlagen wird noch weiter ausgebaut. Alternativ wird das Handeln der BürgerInnen verändert. Dies braucht jedoch neue bzw. andere Ansätze als bisher.

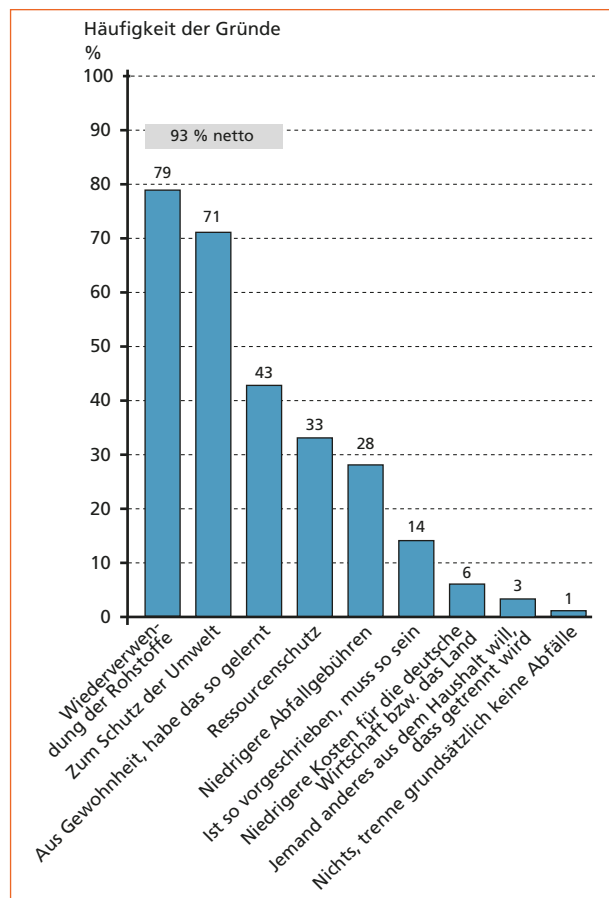


Bild 3:

### Gründe für Abfalltrennung

Quelle: Verbraucherzentrale Bundesverband: Umfrage Wertstofftonne. Berlin, 2015.

## 2. Umsetzung mittels neuer Technologien

Damit mechanische Sortieranlagen gute Ergebnisse liefern, muss laufend justiert und geregelt werden. Die Grundlage für solche Anlagenadaptierungen sind sogenannte Regelkreise. Auch der Mensch funktioniert grundsätzlich nach diesen Prinzipien. Um das Verhalten bei Menschen zu verändern, muss im ersten Schritt das aktuelle Handeln festgestellt bzw. gemessen werden. Diese Erkenntnisse müssen zurückgespielt und erklärt werden. Im Bereich der Abfallwirtschaft gibt es derzeit nur sehr weit gefasste Regelkreise. In Österreich werden in allen Bundesländern alle fünf Jahre Restabfallanalysen durchgeführt und die Ergebnisse davon in den klassischen Medien publiziert. Trotz der leicht unterschiedlichen Resultate je Bundesland kann überall eine hohe Wertstoffquote im Restabfall festgestellt werden.

Wie bereits erläutert, ist es notwendig, dass neue Ansätze verfolgt werden, damit die vorgegebenen Recyclingziele erreicht werden können. Aus diesem Grund beschäftigt sich Saubermacher bereits seit Jahren mit dem Einsatz von neuen Technologien im Bereich der Abfallwirtschaft. Im Folgenden werden diese nun vorgestellt.

## 2.1. Wertstoffscanner

Einer der neuen Technologien ist der Wertstoffscanner. Dieser nimmt Bilder im Abfallfahrzeug nach dem Schüttvorgang auf. Der Wertstoffscanner besteht aus mehreren Komponenten. Die Bildaufnahme erfolgt durch verschiedene Sensoren und mittels Kameras. Die folgende Abbildung zeigt links, das vom Wertstoffscanner aufgenommene Bild und rechts, das nach Abfallfraktionen klassifizierte Bild.



Bild 4:

Wertstoffscanner-Bilder

Der Abfall wird in Echtfarben, 3D und in verschiedenen spektralen Kanälen aufgenommen. Die 3D-Informationen dienen zur Unterscheidung des Abfalls vom Fahrzeughintergrund und liefern Grobinformationen über das Volumen. Die Multispektralkamera ermöglicht eine Spektralanalyse des Stoffes, damit das jeweilige Material klassifiziert werden kann. Als Beleuchtung kommen zwei Punktprojektoren und sechs Halogenstrahler zum Einsatz. Die Halogenstrahler haben den Vorteil, dass sie ein kontinuierliches Farbspektrum ohne auffälligen Spitzen besitzen. Das Farbspektrum ist nötig, damit die Multispektralkamera in allen Farbkanälen geeignete Informationen liefern kann.



Bild 5:

Im Abfallfahrzeug verbauter Wertstoffscanner

Das wasserdichte Gehäuse schützt die Technik vor den rauen Verhältnissen im Abfallwagen. Die gesamte Apparatur ist fest verbaut und hält möglichen Vibrationen und Stößen stand. Eine zusätzliche Funktion ist die Öffnung der Abfallsäcke. Mit dem sogenannten Sackaufreißer kann die Sichtbarkeit des Abfalles wesentlich erhöht werden.

Zum Erkennen der Wertstoffe wird ein Convolutional Neural Network (CNN) – ein neuronales Netz – trainiert. Dieses erkennt aufgrund der Aktivierung von vielen Millionen Parameter den Inhalt von Bildern. Das Grundgerüst eines CNN sind mehrere hintereinander angeordnete Convolutional Layers, die eine Faltung des Bildes mit einem sogenannten Filterkernel vornehmen. Eine Aktivierungsfunktion steuert den Fluss des Outputs der Faltung in die folgenden Layer. Nach jedem Layer wird ein Pooling Layer eingefügt, der die Information zur Weiterverarbeitung komprimiert. Die ersten Layer eines CNN dienen zum Erkennen von *low level* Features wie Farbe oder Textur, während die späteren Layer in der Lage sind, gröbere Konzepte zu bilden, indem sie die komprimierte Information vorhergegangener Layer ausnützen. Am Ende steht einer oder mehrere fully connected Layer, die beispielsweise entscheiden, welches Objekt (Menschen, Autos, ...) sich im Inputbild befindet. Die Parameter des Netzwerkes werden durch Optimierung gelernt und iterativ verbessert. Einem Segmentierungs-CNN übergibt man neben den Bildern auch ein Labelbild, in welchem jeden einzelnen Bildpunkt (Pixel) eine Klasse zugeordnet ist. Das CNN versucht dann mittels Optimierung zu lernen, zu welcher Klasse ein bestimmtes Pixel im Bild zugehörig ist und kann dies dann auf neue, noch nicht klassifizierte, Bilder übertragen.

## 2.2. Intelligente Abfalltonne

Eine weitere neue Technologie sind in Abfalltonnen verbaute Hightech-Sensoren, die Füllstand, Temperaturanstieg und Bewegungsmuster messen. Der Sensor *ANDI* – automatisch, nachhaltig, digital und innovativ – ist an der Deckelinnenseite der Tonne montiert und ermittelt auf Basis von Ultraschall und innovativen neuen Verfahren. Die Messdaten werden an ein IoT-Portal übermittelt. Als Datenübertragungstechnologie wird Narrow Band IoT (NB-IoT) verwendet. Diese neue und speziell auf das Internet of Things ausgelegte Technologie ist wesentlich energiesparender und durchdringt



Bild 6:

Hightech-Sensor ANDI

auch dicke Kellerwände besser als herkömmliche Übertragungstechnologien. Die lange Batterielaufzeit wird durch einen energy harvesting Algorithmus erreicht. Dieser entscheidet, wann der Sensor misst und Daten sendet.

Aufgrund des Befüllungsgrades der Tonne wird die Abholung automatisch veranlasst. So können bedarfsgerechte Abholintervalle erreicht werden. Die Sensoren verfügen auch über eine Temperatuerkennungsfunktion. Mit dieser kann Brandgefahr frühzeitig an die BesitzerInnen gemeldet und erkannt werden. Bei beiden vorgestellten Technologien kommt als Kommunikationsmittel die Daheim App von Saubermacher zum Einsatz. Diese ist die direkte Verbindung zu den BürgerInnen und informiert sie über die Ergebnisse.

Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass diese Technologien nicht nur im kommunalen, sondern auch im gewerblichen Bereich gut eingesetzt werden können. Vor allem für Unternehmen ist die Zeit- und damit zusammenhängende Kostenersparnis durch den Einsatz von smarten Sensoren erheblich.

### 2.3. Erste Erkenntnisse

Die neuen Technologien, Wertstoffscanner und intelligente Abfalltonne, werden bereits seit Sommer 2018 im Rahmen eines Pilotprojektes eingesetzt und liefern bereits erste Erkenntnisse und Rückschlüsse. Verbesserungspotenziale werden laufend aufgedeckt und die damit verbundene Technologie und Kommunikation angepasst. Die ersten Ergebnisse zeigen deutlich das zukünftige Potenzial auf.

Der Wertstoffscanner ist in einem Testgebiet in zwei steirischen Gemeinden seit August 2018 im Einsatz. Im vierwöchigen Intervall werden die Restabfalltonnen entleert, die dort entsorgten Abfälle mittels Wertstoffscanner aufgenommen, automatisch ausgewertet und an die BürgerInnen kommuniziert. Die direkte, persönliche Kommunikation läuft einerseits über SMS. Die Haushalte erhalten etwa drei Tage nach Abfallabholung eine Nachricht über ihre Trennqualität, kategorisiert nach gut, mittel und schlecht. Zusätzlich wird in der Daheim App über die Ergebnisse des gesamten Testgebietes

informiert. Und auch in den Gemeindezeitungen gibt es laufend Berichterstattung zu den Erkenntnissen. Somit wird ein umfangreicher Mix aller möglichen Kommunikationsmedien erreicht.

Die Ergebnisse der ersten beiden Abfahrten zeigen deutlich das vorhandene Potenzial auf. Aufgrund der begleitenden und umfangreichen Kommunikation im Vorhinein konnte bereits ein positives Ergebnis im Rahmen der ersten Abfuhr verzeichnet werden. Der Restabfallanteil von rund 60 % liegt wesentlich höher als im steirischen Durchschnitt – etwa 30 %.

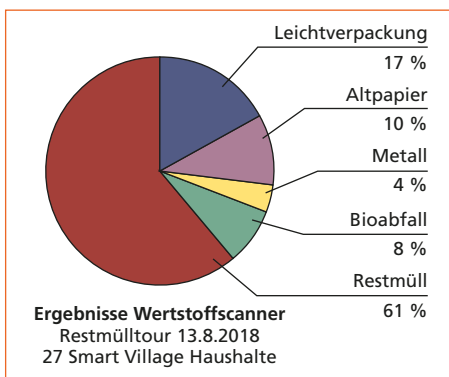


Bild 7: Ergebnis des Wertstoffscanners bei der ersten Abfuhr Gemeinde 1\*

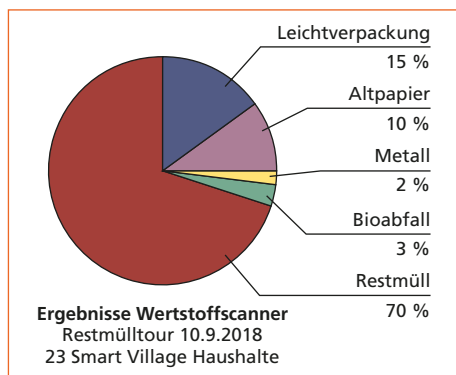


Bild 8: Ergebnis des Wertstoffscanners bei der zweiten Abfuhr Gemeinde 1\*

\*Die unterschiedlich ausgewertete Anzahl der Haushalte in Gemeinde 1 ist darauf zurückzuführen, dass nach der ersten Abholung Haushalte aus dem Pilotprojekt ausgetrieben sind bzw. das Testgebiet leicht verändert wurde.

Die zweite vorgestellte Technologie sind die Hightech-Sensoren in den Abfalltonnen. Diese Sensoren sind mit der Daheim App gekoppelt und melden Füllstand, Temperaturanstieg und Bewegungsmuster direkt auf das Smartphone. Während der Testphase können die BürgerInnen zusätzlich zu den fixen Abholintervallen Zwischenabholungen über die Daheim App bestellen. Aufgrund der zahlreich eingegangenen Bestellungen, kann eine positive Rückmeldung auf dieses Service abgeleitet werden.

Im Großen und Ganzen geht es um das Sichtbarmachen bzw. die Transparenz der Trennqualität. Durch die Kommunikation an die BürgerInnen kann das Bewusstsein geschärft, die Trennmoral verbessert und ein positiver Wettbewerb erzeugt werden.

## 2.4. Kommunikation als Schlüsselfaktor

Zahlreiche Studien belegen die Wichtigkeit der direkten und zweiseitigen Kommunikation zwischen BürgerInnen und der Gemeinde bzw. der Stadt. [1, 2, 3, 4, 5] Hier geht es vor allem um Transparenz, Regelmäßigkeit und Mitentscheidungsmöglichkeit. Die Ergebnisse und möglichen Verbesserungspotenziale müssen unmittelbar an die betroffenen Personen weitergegeben werden. Die Nutzung von verschiedenen, direkten Kommunikationskanälen ist in diesem Fall essentiell.

Die Ergebnisse der Restabfallanalysen werden zwar veröffentlicht, sind jedoch nicht personalisiert oder zielgerichtet. Die angebotenen Abfallberatungen können auch nur Informationen im Vorhinein zur Verfügung stellen, jedoch kein Feedback auf das tatsächliche Trennverhalten geben. Um die Trennqualität wirklich zu verbessern, ist es notwendig, Rückmeldung in Echtzeit an den Bürger zu übermitteln.

Eine neue Möglichkeit für Bürgerkommunikation ist die Daheim App ([www.daheim-app.at](http://www.daheim-app.at)) von Saubermacher. Diese stellt neben einem Informationstool für die User auch einen wesentlichen Kommunikationskanal für die Ergebnisse des Wertstoffscanners dar.



Auf diesem Weg können BürgerInnen auch mit nur wenigen Klicks eine Zwischenabholung der vollen Abfalltonne bestellen. Zusätzlich kann über die Daheim App direkt an die Gemeinde bzw. Stadt kommuniziert werden.



Bild 9: Daheim App zur Bürgerkommunikation

Neben dem neuesten Kanal der Daheim App spielen aber auch SMS-Nachrichten, Einschaltungen in Gemeindezeitungen und nicht zuletzt die persönliche Kommunikation eine wichtige Rolle. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Verstärkung der Trenn-Motivation z.B. durch einen Gaming-Effekt. Der positive Wettbewerb zwischen einzelnen Haushalten, verschiedenen Straßen, Gemeinden oder Städten wirkt positiv auf die Verbesserung der Trennqualität.

Die wichtige Rolle der direkten, unmittelbaren Kommunikation an die Betroffenen zeigt auch folgendes Beispiel im Bereich Verkehr. Aufgrund von dialogen Geschwindigkeitsanzeigen konnte die Übertretung der Höchstgeschwindigkeit um bis zu 60 % reduziert werden. Sofort nach Abbau der Anzeigen fielen die Autofahrer wieder in ihr ursprüngliches Verhalten zurück. [6] Diese Erkenntnisse können auch in der Abfallwirtschaft eingesetzt werden und betonen abermals die Wichtigkeit eines Feedback-Zyklus. Somit ist der Schlüssel zur Erreichung der vorgegebenen Recyclingquoten und der Ziele des Kreislaufpaktes die gemeinsame Gestaltung von Technologie und Kommunikationsmaßnahmen.

### 3. Resümee

Werden neuartige und innovative Technologien mit modernen Feedback-Kanälen wie der Daheim App kombiniert, wird es möglich, zeitnahe nach der Entleerung den BürgerInnen die Qualität ihrer Abfalltrennung zurückzumelden oder ihnen Tipps zur besseren Trennung zu geben. Diese Ergebnisse führen zu einer positiven Trendkurve, indem sie das tägliche Handeln jedes Einzelnen sichtbar machen und so ein verbessertes Trennverhalten anstoßen.

Solch smarte Lösungen sind kein Selbstzweck, sondern notwendig, um den Herausforderungen von Morgen angemessen begegnen zu können. Wenn sich dieses System über die gesamte Pilotphase hinweg bestätigt, sind die Autoren überzeugt, dass diese und vergleichbare Methoden einen neuen Standard in der Abfallwirtschaft setzen werden.

## 4. Quellen

- [1] Gerhards, J.: Öffentlichkeit. In: Jarren, O., Sarcinelli, U. & Saxer, U. (Hrsg.): Politische Kommunikation in der demokratischen Gesellschaft. Ein Handbuch (S. 268–274). Opladen, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 1998.
- [2] Gerhards, J.; Neidhardt, F.: Strukturen und Funktionen moderner Öffentlichkeit. Fragestellungen und Ansätze. In: Langenbacher, W. R. (Hrsg.): Politische Kommunikation: Grundlagen, Strukturen, Prozesse (S. 52–89). Wien: Braumüller, 1993.
- [3] Habermas, J.: Strukturwandel der Öffentlichkeit. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1991.
- [4] Imhof, K.: Öffentlichkeitstheorien. In: Bentele, G., Brosius, H.-B. & Jarren, O. (Hrsg.): Öffentliche Kommunikation. Handbuch Kommunikations- und Medienwissenschaft (S. 193–209). Wiesbaden, 2003.
- [5] Peters, B.: Die Leistungsfähigkeit heutiger Öffentlichkeiten – einige theoretische Kontroversen. In: Imhof, K., Jarren, O. & Blum, R. (Hrsg.): Integration und Medien (S. 23–35). Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 2002.
- [6] Unfallforschung der Versicherer: Geschwindigkeitsanzeigen: Dialog-Display wirkt am besten, 2010. Online im Internet unter: <https://udv.de/en/node/50876> [12.10.2018].
- [7] Verbraucherzentrale Bundesverband: Umfrage Wertstofftonne, 2015. Online im Internet unter: <https://www.vzbv.de/sites/default/files/downloads/wertstofftonne-umfrage-vzbv-2015.pdf> [10.10.2018].
- [8] VOEB: Pressemitteilung vom 16. März 2018: 80 Kilo Restmüll ist Idealgewicht. 2018. Online im Internet unter: <http://www.voeb.at/service/presse-news/presse-detail/show-article/80-kilo-restmuell-ist-idealgewicht/> [10.10.2018].

## Ansprechpartner



**Dipl.-Ing. Ralf Mittermayr**  
 Saubermacher Dienstleistungs AG  
 Sprecher des Vorstandes, CMO  
 Hans-Roth-Straße 1  
 8073 Feldkirchen bei Graz, Österreich  
 +43 59-800-1040  
[r.mittermayr@saubermacher.at](mailto:r.mittermayr@saubermacher.at)

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel • Olaf Holm • Elisabeth Thomé-Kozmiensky  
Daniel Goldmann • Bernd Friedrich (Hrsg.):  
**Recycling und Rohstoffe** – Band 12

ISBN 978-3-944310-46-6 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2019

Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Dr.-Ing. Olaf Holm,  
Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.

Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Claudia Naumann-Deppe,  
Janin Burbott-Seidel, Ginette Teske, Sarah Pietsch, Roland Richter,  
Cordula Müller, Gabi Spiegel

Druck: Beltz Grafische Betriebe GmbH, Bad Langensalza

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.