



zukunft
SEIT 1909
denken

Österreichische Abfallwirtschaftstagung 2025

Postersession

Book of Abstracts



9. bis 11. April 2025
Messe Graz/Stadthalle
8010 Graz | Messeplatz 1

Nr.	Nachname	Vorname	Institution	Email	Autorenliste	Titel des Posters
1	Bednarek	Michael	Österreichische Matratzen Allianz, NEVEON Holding GmbH	vorstand@matratzen-allianz.at	M.Bednarek, H.Pattermann, M.Larch, V. Judmayer, R.Eberharter, T.Senfter, B.Christandl, M.Pillei	Digitaler Produktpass (DPP) für Matratzen: Status Quo, Herausforderungen und Potenziale
2	Blasenbauer	Dominik	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften	dominik.blasenbauer@tuwien.ac.at	D.Blasenbauer, J.Fellner, S.Skutan, J.Lederer	Recycling von Bauschutt durch Nassmechanische Aufbereitung – Ergebnisse einer Anlagenbilanzierung
3	Bouvier-Schwarz	Theresa	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	therese.bouvier-schwarz@unileoben.at	T.Bouvier-Schwarz, T.Nigl	Klima+A-Klimapositive Abfallwirtschaft, Der Schlüssel zu Materialkreisläufen
4	Brait	Melanie	Kompost & Biogas Verband Österreich / Fachbereich Kompost	buero@kompost-biogas.info	M.Brait	Störstoffe in der Biotonne
5	Brantner	Jessica	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	jessica.brantner@unileoben.ac.at	J.Brantner, A.Ludes, E.Pfund, G.Koinig, H.Stipanovic, A.Tischberger-Aldrian	Bewertungsmethode zur Evaluierung verschiedener Aufgabeneinheiten für die Sortierung von Textilien
6	Breslmayer	Gisela	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften	gisela.breslmayer@tuwien.ac.at	G.Breslmayer, J.Lederer	Charakterisierung von Nichtverpackungskunststoffen in Wien
7	Broneder	Carina	Umweltbundesamt GmbH	carina.broneder@umweltbundesamt.at	C.Broneder, B.Stoifl	Gemeinden als Schlüsselakteure der Abfallvermeidung. Werkzeuge und Beispiele aus Theorie und Praxis
8	Brunnhuber	Nadine	Universität für Bodenkultur, Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	nadine.brunnhuber@boku.ac.at	N.Brunnhuber, S.Luck	Einkaufen bildet - Kann Bewusstseinsbildung im Einzelhandel Lebensmittelabfälle in Haushalten reduzieren?
9	Challandes	Lydia	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt-,Verfahrens- und Energietechnik	lydia.challandes@mci.edu	L.Challandes, L.Colleselli, T.Senfter, F.Fischer, H.Schöbel	Aufwertung von Bierhefe-Abfällen zur Biosynthese von Silbernanopartikel
10	Christandl	Birgit	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt-,Verfahrens- und Energietechnik	birgit.christandl@mci.edu	B.Christandl, W.Stadlmayr, T.Senfter, M. Pillei	Systematische Analyse ausgewählter F&E-Kennzahlen mit kreislaufwirtschaftlichen Schnittmengen

11	Demschar	Paul	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	paul.demschar@unileoben.ac.at	P.Demschar, T.Kremlicka, K.P.Sedlazeck	Die Hochzeit der Siedlungsabfälle: Zwei Verfahren, ein Ziel – Eine Innovation
12	Ebert	Luise	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Bio- und Lebensmitteltechnologie,	l.ebert@mci4me.at	L.Ebert, S.Haller, D.Hauptmann, M. Mutschlechner, A.Wagner, H.Schöbel	Biosynthese von Wasserstoff aus Bio- & Lebensmittelabfällen mittels T. mirandus
13	Emmerich	Johannes	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt- ,Verfahrens- und Energietechnik	johannes.emmerich@mci.edu	J.Emmerich, T.Senfter, M.Spruck, M.Pillei	Verfahrensentwicklung zur Nährstoffgewinnung aus Pilzreststoffen
14	Enengel	Maximilian Julius	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	maximilian.enengel@unileoben.ac.at	M.J.Enengel, T.Lasch, L.Kandlbauer, R.Sarc	Closing the loop: Das erste Kunststoffprodukt gewonnen aus gemischten Gewerbeabfällen
15	Englmair	Christina	ECOFIDES Consulting GmbH	christina.englmair@ecofides.at	C.Englmair, S.Hofmeister	Omnibus-Verordnung: Neue Berichtspflichten und die Rolle der Kreislaufwirtschaft
16	Findl	Martin Johannes	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	martin.findl@unileoben.ac.at	M.J.Findl, I.S.Ang, E.Hauzinger, E.Rueckert, R.Galler, R.Pomberger, K.P.Sedlazeck	Phantastische Aushubmaterialien – und wo sie ihre Bestimmung finden: Klassifikation und Verwertung
17	Gök	Betül	TU-Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement	betuel.goek@tuwien.ac.at	B.Gök, V.Kladnik, T.Schwarzböck	Öffentlicher Abfall! Trennen sinnvoll? - Betrachtung der Umweltauswirkungen am Beispiel Wien
18	Grath	Elias	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	elias.grath@unileoben.ac.at	E.Grath, T.Nigl	Limitationen der Anwendung künstlicher Daten zur Detektion von Batterien
19	Gritsch	Lea	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften,	lea.gritsch@tuwien.ac.at	L.Gritsch, G.Breslmayer, J.Lederer	Charakterisierung und Erfassungsgrad papierbasierter Verpackungen – eine Fallstudie aus Österreich
20	Hackl	David	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt- ,Verfahrens- und Energietechnik	hd2970@mci4me.at	D.Hackl, A.Gruschi, T.Senfter	Machbarkeitsuntersuchung zur Aufbereitung von Tunnelabwässern mittels Massenkraftabscheidern
21	Hofmeister	Sabrina	ECOFIDES Consulting GmbH	sabrina.hofmeister@ecofides.at	S.Hofmeister, C.Englmair, M.Mathera	myFlow – Kreislaufwirtschaftspotenzial eines generischen Tracking-Tools

22	Kählig	Pablo	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften	pablo.kaehlig@tuwien.ac.at	P.Kählig, W.Ipsmiller, A.Bartl, J.Lederer	Alttextilien unter der Lupe – Mengen und Zusammensetzung
23	Kargruber	Niklas	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Bio- und Lebensmitteltechnologie	kn5587@mci4me.at	N.Kargruber, M.Larch, T.Senfter, T.Neuner, M.Pillei	Verwertungswege für Sauermolke als Nebenprodukt aus der Frischkäseherstellung
24	Khodier	Karim	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	karim.khodier@unileoben.ac.at	K.Khodier	Bestimmung der Trennleistung in Abfallbehandlungsanlagen mittels RFID-Partikeltracking
25	Kopecká	Romana	Universität für Bodenkultur, Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	romana.kopecka@boku.ac.at	R.Kopecká, M.Hrad, M.Huber-Humer	Wie können „Temporary Material Hubs“ die Kreislaufwirtschaft langfristig fördern?
26	Kremlicka	Thomas	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	thomas.kremlicka@unileoben.ac.at	T.Kremlicka, P.Demschar, M.Elsadek, S.Steiner, J.Kortmann, F.Mittermayr, K.P.Sedlazeck	Verwertung von Feinfraktionen aus Abfallbehandlungsanlagen: Charakterisierung und thermochemische Behandlung
27	Larch	Maximilian	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Bio- und Lebensmitteltechnologie	maximilian.Larch@mci.edu	M.Larch, S.Kostner, F.Mittendrein, M.Spruck, T.Senfter	Vergleich von Analysemethoden für die Quantifizierung von biogenen Aminen in Pilzreststoffen
28	Lasch	Tatjana	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes	tatjana.lasch@unileoben.ac.at	T.Lasch, M.Enengel, L.Kandlbauer, R.Sarc	AUFSTIEG ZUR DIGITALEN ABFALLWIRTSCHAFT, Der Weg zur Nutzung von (Echtzeit-)Sensordaten für eine dynamische Prozesssteuerung in der mechanischen Abfallbehandlung
29	Leitner	Simon	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik	simon.leit@gmx.at	S.Leitner, T.Senfter, F.Larch	Ethanolgewinnung aus Molke zur Spiritosenherstellung: Potentiale für einen nachhaltigen Beitrag zur Schließung von Stoffkreisläufen
30	Lipp	Anna-Maria	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften,	anna-maria.lipp@tuwien.ac.at	A.M.Lipp, J.Lederer	Materialflussbasierte Evaluierung der Kreislaufwirtschaft von Verpackungsabfällen in Österreich
31	Mayerhofer	Johannes	Amt der NÖ Landesregierung – Abt. Umwelt- u. Energiewirtschaft (RU3)	johannes.mayerhofer@noel.gv.at	J.Mayerhofer	NÖ Abfallwirtschaftsplan – Vorhaben und Ziele bis 2030

32	Mika	Simon	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften	simon.mika@tuwien.ac.at	S.Mika, J.Lederer	Getrennte Sammlung und Rückgewinnung von Aluminium aus Siedlungsabfällen
33	Mittendrein	Felix	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Bio- und Lebensmitteltechnologie	felix.mittendrein@mci.edu	F.Mittendrein, M.Berger, B.Messner, T.Senfter	Herausforderungen bei der numerischen Erstbewertung von Sondereinbauten in Zentrifugalabscheidern
34	Mostböck	Ines	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	ines.mostboeck@unileoben.ac.at	I.Mostböck, T.Nigl	Zunehmende Brandereignisse in Abfallwirtschaft und die Frage: Was kommt nach dem Sturm?
35	Mühl	Julia	TU-Wien, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften,	julia.muehl@tuwien.at	J.Mühl, J.Lederer	Aufbereitung von Glas aus MVA-Bettaschen aus der Wirbelschichtfeuerung
36	Neuburg	Sara	TU-Wien, Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement,	sara.neuburg@tuwien.ac.at	S.Neuburg, F.Okori, R.D.Lee, T.Schwarzböck, H.Rechberger	Fossile wollen wir nur von Dinos – Anwendung der adaptierten Bilanzenmethode auf Ersatzbrennstoffe aus Uganda
37	Neuner	Thomas	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt-,Verfahrens- und Energietechnik	thomas.neuner@mci.edu	T.Neuner, W.Rauch, M.Meister, S.Peer, T.Senfter, M.Pillei	Numerische und experimentelle Untersuchungen zur Geometrie von Rührwerken als Beitrag zur Co-Vergärungstechnologie
38	Nigl	Thomas	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	thomas.nigl@unileoben.ac.at	T.Nigl, F.Azizi	Future Waste Photovoltaik - Der Weg zum gesamtheitlichen Recycling von PV Modulen
39	Ratz	Bettina	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	bettina.ratz@unileoben.ac.at	B.Ratz, K.P. Sedlazeck, A.Hassan, S.Radinger, F.R. Steindl, S.Raič, O.Rudic, C.Grengg	Verwertung österreichischer Reststoffe in Geopolymer-Baustoffen
40	Rettmann	Fiona	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	fiona.rettmann@gmx.de	F. C. Rettmann, T. Nigl, S. Rosskogler	Kreislaufwirtschaft in produzierenden Unternehmen: Evaluierung von Aktivitäten
41	Schlagmann	Anna-Sophia	Universität für Bodenkultur, Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft	anna-sophia.schlagmann@boku.ac.at	A.S.Schlagmann, N.Brunnhuber, G.Obersteiner	Analyse der Umweltauswirkungen von heimischem Obst und Gemüse im Vergleich zu importierter Ware
42	Schlossnikl	Jessica	TU-Wien, Institut für Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie	jessica.schlossnikl@tuwien.ac.at	J.Schlossniki, L.Gritsch, T.Koch, V.M. Archodoulaki	Joghurtbecher im Kreislauf – Herausforderungen

43	Schweiggl	Igor	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck	i.schweiggl@mci4me.at	I.Schweiggl, G.Neumann, T.Senfter, C.Mayerl, M.Pillei, R.Antretter	Technische und wirtschaftliche Analyse der Entwässerung zementhaltiger Suspensionen
44	Spies	Alena Maria	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	alena.spies@ants.rwth-aachen.de	A.M.Spies, G.Koinig, N.K., B.Küppers, R.Pomberger	Einfluss von Beleuchtung, Hintergrund und Oberflächen-beschaffenheit auf die Farbsortierung von PET-Flaschen
45	Sternberger	Jonathan	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Umwelt-,Verfahrens- und Energietechnik	jonathan.sternberger@wpa.at	J.Sternberger, A.Eder, M.Berger, T.Senfter, M.Pillei	Staubbekämpfung in der Abfallwirtschaft: Systematische Analyse des Verhaltens von Wasser-Prallplatten
46	Thöni	Andreas	MCI-Die Unternehmerische Hochschule, Innsbruck, Mechatronik	andreas.thoeni@mci.edu	A.Thöni, T.Kofler, Ch.Mayerl, S.Peer, M. Berger, T.Senfter, M.Pillei	Entwicklung einer Wirbelschicht-Demonstrationsanlage im Labormaßstab als Beitrag zur Wissenschafts- und Nachhaltigkeitskommunikation im Bereich der thermischen Verwertung von Abfällen
47	Trentini	Antonia	FH Campus Wien, Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement	antonia.trentini@fh-campuswien.ac.at	A.Trentini, H. Schenk, K.Detter, W.Frühwirth, B.Brandt, M.Pfützner, V.H.Gabriel	Umweltauswirkungen der End-of-Life-Szenarien von PET-rigid Verpackungen in Österreich
48	Vydrenkova	Alena	Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft	alena.vydrenkova@unileoben.ac.at	A.Vydrenkova, K.P.Sedlazeck	BitKOIN: A Circular Approach to Mineral Wool Waste Management
49	Wallner	Stefan	FH Joanneum - Industrial Management	stefan.wallner@fh-joanneum.at	S.Wallner, H.Ropin, S.Dietel, J.Maier, M.Aigner, M.Ritter, S.Hanusch	Retrofitting - Konzeptionierung der Störstoffausschleusung in einer Abfallaufbereitungsanlage

Digitaler Produktpass (DPP) für Matratzen: Herausforderungen, Konzepte und Potenziale

Michael Bednarek¹, Helene Pattermann², Maximilian Larch³, Verena Judmayer⁵, Roman Eberharter⁴, Thomas Senfter³, Birgit Christandl³, Martin Pillei³, Martin Pillei³

¹ NEVEON Holding GmbH, THE ICON VIENNA, Tower 24, Floor 9, 1100 Wien, Österreich

² Climate Lab, Spittelauer Lände 45, 1090 Wien, Österreich

³ MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, 6020 Innsbruck, Österreich

⁴ Betten Eberharter GmbH, Talstraße 76, 6284 Ramsau/Zillertal, Österreich

⁵ Circularful GmbH / MATR, Leystrasse 50/23, 1200 Wien

Für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft stellt der Digitale Produktpass (DPP) einen absoluten Gamechanger dar. Nur mit Hilfe von transparenter, digitaler, unveränderbarer und unabhängiger Informationsführung ist es dem Recycler am Lebensende der Matratze möglich, die Matratze so zu recyceln, dass wiedergewonnene Rohstoffe optimal für ein zweites Leben aufbereitet werden können. Denn jährlich werden in Europa etwa 35 Millionen Matratzen entsorgt, davon allein rund eine Million in Österreich. Die meisten dieser Matratzen landen auf Deponien oder in Müllverbrennungsanlagen, was zu erheblichen CO₂-Emissionen von rund 150.000 Tonnen pro Jahr allein in Österreich führt.

Der ab 2027/28 für Matratzen verpflichtende digitale Produktpass wird Informationen zur Materialzusammensetzung, Recyclingfähigkeit, Umweltbilanz, Reparaturmöglichkeiten und Pflegehinweisen enthalten. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit und Informationsfluss entlang der Wertschöpfungskette. Durch den Einsatz von RFID-Tags und QR-Codes können alle Beteiligten auf relevante Daten zugreifen und so eine effizientere Produktverfolgung und Abfallbewirtschaftung gewährleisten.

Ein gut strukturiertes DPP-System wird nicht nur zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen beitragen, sondern auch die wirtschaftliche Effizienz steigern und Innovationen fördern. Unternehmen, die frühzeitig auf den DPP setzen, profitieren von verbesserten Recyclingstrukturen, optimierter Ressourcennutzung und einer stärkeren Kundenbindung.

Neben diesen Vorteilen gibt es jedoch Herausforderungen bei der Vorbereitung zur Einführung. Dazu gehören derzeit noch fehlende Standardisierungen, sowie ein niedriger Digitalisierungsgrad innerhalb der Branche. Unternehmen stehen vor Herausforderungen bei der Datenerfassung, den Umsetzungskosten und der Systemintegration. Dennoch überwiegen die Vorteile, da DPPs eine längere Lebensdauer der Produkte, effizientere Recyclingprozesse und neue Geschäftsmodelle ermöglichen. Frühzeitige Investitionen in dieses System können Unternehmen erhebliche Marktvorteile bieten.

Dieses Paper macht den aktuellen Stand, zentrale Herausforderungen und Potenziale des DPPs für Matratzen anschaulich. Beispiele von Implementierungen, wie Ergosleep, Auping und Simba, veranschaulichen, wie digitale Produktpässe in der Praxis funktionieren können.

Recycling von Bauschutt durch Nassmechanische Aufbereitung – Ergebnisse einer Anlagenbilanzierung

Dominik Blasenbauer*, Johann Fellner, Stefan Skutan, Jakob Lederer

**Technische Universität Wien (TU Wien), Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften,*

Forschungsbereich Mechanische Verfahrenstechnik, Getreidemarkt 9/166, 1060 Wien

Die Bauindustrie ist stark auf Gesteinskörnung für Beton und Asphalt angewiesen. Zwischen 2012 und 2016 wurden in der EU jährlich etwa 2,1 Milliarden Tonnen Gesteinskörnung gefördert und verbraucht, was sie zur größten nicht-energetischen Rohstoffindustrie macht. Gleichzeitig fallen beim Abbruch von Gebäuden erhebliche Mengen an Abfällen an. Im Jahr 2022 entstanden in den 27 EU-Mitgliedstaaten 320 Millionen Tonnen mineralische Abfälle. Trotz hoher gemeldeter Recyclingraten von Bau- und Abbruchabfällen in der EU deuten Diskrepanzen bei den Quantifizierungsverfahren und Definitionen darauf hin, dass diese Zahlen irreführend sein könnten. Zudem gibt es große Unterschiede bei den Recyclingquoten zwischen verschiedenen Abfallarten, insbesondere bei gemischten Abfällen aus Ziegel, Beton, Keramik, Steinen, Fliesen, Mörtel und Verputz. Für diese gemischten Bau- und Abbruchabfälle – im österreichischen Recht *Bauschutt* genannt – müssen umfassendere Aufbereitungsverfahren eingesetzt werden, um sie von niederwertigen Anwendungen wie Verfüllung oder Deponie in eine hochwertige Verwertung in der Bauindustrie umzuleiten.

Diese Arbeit zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung an einer industriellen Recyclinganlage mit nassmechanischer Behandlung für Bauschutt. Die Anlage verwendet ein zweistufiges Behandlungsverfahren: eine anfängliche trockene Aufbereitung mit Vorsiebung, manueller Sortierung, Zerkleinerung und Entfernung von Eisenmetallen, gefolgt von einer Nassbehandlung mit Waschen, mehrstufiger Nasssiegung und Sink-Schwimm-Trennung. Durch die Nassaufbereitung werden Verunreinigungen wirksam entfernt, sodass hochwertige rezyklierte Gesteinskörnungen entstehen, die für verschiedene Bauanwendungen geeignet sind.

Repräsentative Probenahmen über drei Tage, Sortieranalyse, chemische und mineralogische Analysen, Messungen verschiedener physikalischer Parameter und eine Auswertung der Materialflüsse wurden genutzt, um den Prozess zu beschreiben und zu bewerten. Etwa 78% des Eingangsmaterials in die Anlage können als rezyklierte Gesteinskörnung zurückgewonnen werden, während die restlichen 22% aus Verunreinigungen und Feinanteilen bestehen. Das nassmechanische Aufbereitungsverfahren reduziert den Gehalt an Verunreinigungen erheblich und verbessert die Korngrößenverteilung der Gesteinskörnung. Das daraus resultierende Produkt, das als RH-B 0/16 U-A eingestuft ist, erfüllt alle Anforderungen nach Recycling-Baustoffverordnung. Durch die Einstufung als U-A Material erreicht es das Abfallende, sodass es mit CE Kennzeichnung als Produkt gehandelt werden kann. Alle anderen Nebenprodukte des Prozesses werden einer weiteren stofflichen Verwertung, der Abfallverbrennung oder der Zementherstellung zugeführt, ohne dass ein Teil davon deponiert wird.

Klima+A – Klimapositive Abfallwirtschaft

Der Schlüssel zu Materialkreisläufen

Mag. Therese Bouvier-Schwarz, Dr. Thomas Nigl

*Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft (AVAW), Montanuniversität Leoben
& Verband der österreichischen Entsorgungsbetriebe (VOEB)*

Der Klimawandel und die hiermit verbundene Einsparung von Treibhausgasen stehen seit Jahren auf der Agenda vieler Länder und Unternehmen. Abfallwirtschaftliche Aktivitäten tragen zur Erreichung dieser Ziele direkt und indirekt bei. Die Emissionen des Sektors “Abfallwirtschaft” konnten durch das Deponieverbot und andere Maßnahmen um 52% zwischen 1990 und 2022 reduziert werden. Betrachtet man diese Emissionen genauer fallen jedoch nur ein paar Behandlungsarten hinein. Das Recycling als wichtiger Teil zur Erreichung der Kreislaufwirtschaft ist hier aber nicht inkludiert.

Die österreichischen Entsorgungsunternehmen sind ein wichtiger Partner für die Erreichung der Klimaziele. Durch das von der FFG geförderte Branchenprojekt “Klimapositive Abfallwirtschaft” soll gemeinsam mit dem Verband österreichischer Entsorgungsbetriebe aufgezeigt werden, welchen Einfluss die Abfallwirtschaft auf den Emissionsausstoß durch deren Lenkungsmaßnahmen hat. Ein Berechnungstool für ausgewählte Stoffströme zur Identifikation ihrer Emissionen wird erstellt, um erste durchschnittliche Aussagen für die österreichische Abfallwirtschaft zu treffen und zu visualisieren. Dies soll Grundlagen für die in Zukunft geforderten ESG Reportings schaffen.

Die Emissionsberechnung erfolgte mittels einer Klimabilanz. Hierzu wurden Daten der einzelnen betrachteten Stoffströme (Ersatzbrennstoffe, Biogene Abfälle, Kunststoffe und Metalle) sowie Daten zu Transport und Logistik eingeholt. Die Systemgrenzen wurden von der Sammlung der Abfälle bis hin zur Lieferung an das Verwertungsunternehmen gesetzt. Die Prozesse sind im Berechnungstool auf Unternehmensebene darstellbar. Eine Evaluation der aktuell verfügbaren Emissionsfaktoren soll die Bandbreite darstellen und einen Ergebnisvergleich ermöglichen.

Durch den Einsatz von innovativen Technologien und durch Stoffstromlenkung können in der Abfallwirtschaft einerseits zusätzliche Emissionen entstehen, andererseits sind diese - betrachtet man die gesamte Kette bis zum Verwerter - im Vergleich zu Primärrohstoffen eine Reduktion. Qualitätsunterschiede können durch die Berechnung sichtbar gemacht und die Mehraufwände auf abfallwirtschaftlicher Seite monetarisiert werden. Ziel ist es von einem wirtschaftlichen Optimum zu einem ökologischen Optimum zu gelangen und das Recycling nicht rein auf industrieller Seite zu verorten, sondern auch als wesentlicher Teil der Abfallwirtschaft.

Verschiedene Monetarisierungsmodelle können dazu beitragen politisch, gesellschaftlich und wirtschaftlich eine Ausrichtung auf die Kreislaufwirtschaft zu forcieren und Klimaschutz sichtbar zu machen.

Störstoffe in der Biotonne

DI Melanie Brait

Kompost & Biogas Verband Österreich / Fachbereich Kompost

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft ist es erforderlich, biogene Abfälle sortenrein zu sammeln und als Kompost oder Biogas in einem geschlossenen Stoffkreislauf zurückzuführen. Eine der größten Herausforderungen bei der Verwertung stellen die Störstoffe im gesammelten Bioabfall dar.

Im Auftrag des Kompost und Biogas Verband Österreich hat das Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft der Universität für Bodenkultur Bioabfallanalysen in unterschiedlichen Regionen Österreichs durchgeführt. In der über die Jahre 2021-2022 laufenden Untersuchung wurde die Zusammensetzung der Störstoffe im Bioabfall erhoben.

Das Poster präsentiert die Ergebnisse der Analysen und erklärt die Methodik der Untersuchung. Weiters werden aus den Ergebnissen Rückschlüsse gezogen: Ein Darstellung betrifft die Art der eingesetzten Fahrzeuge zur Anlieferung des Biotonnenmaterials als wesentlichen Einflussfaktor auf die weitere Aufbereitung (Entfrachtung der Störstoffe) des Bioabfalls. Ein zweiter Aspekt ist der Einsatz von kompostierbaren Vorsammelhilfen zur Erfassung sortenreiner Bioabfälle, deren Anteil ebenfalls erhoben wurde. Das Poster liefert Entscheidungsträgern der kommunalen Abfallwirtschaft wertvolle Anregungen zur weiteren Optimierung der Bioabfall Sammlung- und Verwertung.

Bewertungsmethode zur Evaluierung verschiedener Aufgabeeinheiten für die Sortierung von Textilien

Jessica Brantner^a, Annika Ludes^b, Elias Pfund^b, Gerald Koinig^a, Hana Stipanovic^a und Alexia Tischberger-Aldrian^a

^aLehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben

^bStadler Anlagenbau GmbH

Mit der EU-Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien rückt das Recycling von Textilien immer mehr in den Fokus. Ein zentraler Bestandteil ist die Aufbereitung und Sortierung von Textilabfällen, wobei die Effizienz und der Erfolg des Sortierschrittes sehr stark von der Zuführung der Textilien bzw. der Vereinzelung der Textilstücke (unzerkleinert oder bereits vorzerkleinert) abhängt. Grund dafür ist, dass mit den meisten Sensoren (z.B. VIS, NIR) lediglich eine oberflächennahe Erfassung der Objekte¹ möglich ist, daher sollten die Textilien in ihrer Gesamtheit (nicht gefaltet, flach am Förderband liegend, nicht überlappt von anderen Textilstücken) den Sensoren zugänglich sein. Textilien weisen jedoch eine geringe Formstabilität auf und im Gegensatz zu vielen anderen Abfällen können sie ihre Form sehr leicht verändern. Daher bedarf es eines besonderen Augenmerks in Bezug auf die Aufgabeeinheit, um die Textilabfälle auf das Förderband zur anschließenden Detektion zu bringen.

Für die Aufgabe der Textilien auf ein Förderband gibt es nach derzeitigem Stand der Technik unterschiedliche Methoden (z.B. per Hand, Dosierwalze, Vibratorrinne). Um eine objektive Bewertung und Vergleichbarkeit dieser Aggregate zu ermöglichen, wurde eine KI basierte Methode entwickelt. Zu diesem Zweck wurden vorab Kriterien definiert, die die Qualität der Vereinzelung der Textilabfälle erfassen.

Die KI basierte Methode nutzt FastSAM² (Fast Segment Anything Model), ein auf YOLOv8 basierendes System, das für die schnelle und präzise Segmentierung von Objekten in Bildern entwickelt wurde. Aufgrund der leistungsstarken Objekterkennung von YOLOv8 in Kombination mit präzisen Segmentierungsfähigkeiten können Objekte nicht nur identifiziert, sondern auch deren Konturen abgegrenzt werden. Anhand der generierten Masken werden die erkannten Objekte analysiert. Durch die Verarbeitung dieser Masken ist das Programm in der Lage, die durch eine Flächenkamera aufgenommenen Bilder der Materialströme auf dem Förderband auszuwerten.

Die Qualitätskriterien für die Bewertung umfassen den prozentuellen Anteil an überlappten Textilien (Effizienz der Vereinzelung), die Förderbandbelegung (Auslastung des Förderbands, Effizienz der Materialaufgabe) gibt. Des Weiteren wird der Abstand der Textilien zueinander analysiert, um die durchschnittliche Entfernung zwischen den Objekten und damit die Verteilung sowie Vereinzelung zu bewerten. Schließlich wird die Verteilung der Textilien auf dem Förderband untersucht, um festzustellen, wie das Material über die Breite des Bands (links, mittig, rechts) verteilt ist und um Ineffizienzen in der Materialaufgabe zu identifizieren. Die Analysedaten bieten eine Grundlage für den Vergleich verschiedener Aufgabeaggregate beziehungsweise -methoden.

¹Flamme S, Krämer P (2015) Erhöhung der Ressourceneffizienz durch Echtzeitanalytik. In: Thomé-Kozmiensky KJ, Goldmann D (Hrsg) Recycling und Rohstoffe. TK Verl. Thomé-Kozmiensky

²Zhao X, Ding W, An Y, Du Y, Yu T, Li M, Tang M, Wang J (2023) Fast Segment Anything. School of Artificial Intelligence, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Charakterisierung von Nichtverpackungskunststoffen in Wien

Gisela Breslmayer, Jakob Lederer

CD-Labor für Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, TU Wien

In der EU lag der Bedarf an Primärkunststoffen 2022 bei 54 Mt., wovon 61 % für Nichtverpackungskunststoffe (NVPK) in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen eingesetzt wurden [1]. Da NVPK im Gegensatz zu Kunststoffverpackungen eine Nutzungsdauer von bis zu 75 Jahren erreichen können, werden sie mit Blick auf Langlebigkeit und Funktionalität entworfen [2]. Dies inkludiert den Einsatz von multiplen und technischen Polymeren (z.B. ABS, PC) sowie Additiven. Für den komplexen Abfallstrom der NVPK gibt es jedoch nur limitierte Daten [3]. Ziel dieser Arbeit war daher eine erstmalige detaillierte Charakterisierung von NVPK aus Wien. Die erhobenen Daten stammen aus der Wiener Restmüll- und Altstoffanalyse 2022. Insgesamt wurden 65 kg, bzw. 2405 Stück NVPK aus dem Restmüll und der getrennten Leichtverpackungssammlung analysiert. Im Zuge einer manuellen Charakterisierung wurden die Gegenstände ihren jeweiligen Anwendungsbereichen (Bau- und Konstruktion, Transport, Elektronik, Möbel, Landwirtschaft und Gärtnern, Medizin, Haushalt und Sonstiges) mit detaillierten Unterkategorien zugeordnet. Weiters wurde die Polymerzusammensetzung mittels Recyclingcode oder FTIR bestimmt sowie die Färbung und Reinheit der NVPK dokumentiert. Zuletzt wurde der Anteil gut recyclingfähiger NVPK für Wien ermittelt. Das Gesamtaufkommen von NVPK in den beiden untersuchten Abfallströmen beträgt für 2022 rund 9700 t. Die Ergebnisse zeigen, dass jeweils rund 30 % der vorgefundenen NVPK aus den Anwendungsbereichen Sonstiges und Haushalt stammen, wobei vor allem die Unterkategorien der Unbekannten (Fragmente), Freizeitartikel (Spielzeuge) und Sonstigen Haushaltsartikel (Eimer & Körbe) häufig vertreten sind. Auf Polymerebene setzen sich 48 % aus Polymeren zusammen, die auch Zielfractionen in Kunststoffsortieranlagen darstellen, während 45 % Other Polymeren zuzuordnen sind. An die 56 % der untersuchten NVPK sind Monopolymere, während 44 % Multipolymere sind und/oder einen Metallanteil aufweisen, was für ein Recycling hinderlich ist. Bezüglich der Färbung sind 44 % der NVPK transparent und weiß/opak und damit gut recyclingfähig, 25 % schwarz und 31 % bunt. Als gut recyclingfähig werden NVPK identifiziert, die aus PET, PE, PP und PS bestehen, Monopolymere sind sowie transparent sind oder eine weiße/opake Färbung aufweisen. In den untersuchten Abfallströmen entsprechen rund 6 % bzw. 560 t diesen Charakteristika, wobei sich 91 % davon im Restmüll wiederfinden. Die Ergebnisse verdeutlichen die Komplexität der NVPK und zeigen aber auch Potentiale im Restmüll auf.

[1] Plastics Europe (2023): Plastics - the fast Facts 2023. Online verfügbar unter <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>, zuletzt geprüft am 24.01.2025

[2] Klevnäs, P.; Peter, F. (2021): Europe's Missing Plastics. Taking Stock of EU Plastics Circularity. Hg. v. Material Economics. Online verfügbar unter https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Partnerpublikationen/2021/Material_Economics_Europes_Missing_Plastics/Material_Economics_Europes_Missing_Plastics.pdf, zuletzt geprüft am 08.01.2025.

[3] Faraca, G.; Astrup, T. (2019): Plastic waste from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability. In: *Waste management (New York, N.Y.)* 95, S. 388–398. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.06.038.

Gemeinden als Schlüsselakteure der Abfallvermeidung. Werkzeuge und Beispiele aus Theorie und Praxis

DIⁱⁿ Carina Broneder, DIⁱⁿ Barbra Stoifl

Umweltbundesamt GmbH, Team Abfall & Stoffflussmanagement

Abfallvermeidung ist eine bedeutende Maßnahme zum Schutz von Ressourcen und Klima. Gemeinden spielen eine zentrale Rolle, indem sie Strategien zur Reduktion von Abfällen entwickeln und umsetzen. Das Umweltbundesamt unterstützt Gemeinden mit verschiedenen Werkzeugen und Praxisbeispielen, um Abfallvermeidung wirkungsvoll voranzutreiben.

Werkzeuge zur Abfallvermeidung

Das Umweltbundesamt fördert Gemeinden bei der Erstellung eines Abfallvermeidungskonzeptes durch die Bereitstellung eines Leitfadens, Vorlagen und Fragebögen zur systematischen Bestandsaufnahme. Ergänzend dazu bieten Broschüren, Factsheets und Reduktionskonzepte praktische Tipps und Hintergrundinformationen zur Abfallvermeidung. Das Reduktionskonzept „Von Einweg zu Mehrweg“ veranschaulicht, wie Mehrwegsysteme Einwegverpackungen reduzieren können, während die Broschüre „Weniger ist mehr!“ die Vorteile der Abfallvermeidung aufzeigt. Diese Materialien bieten Orientierung und Anregungen für eigene Maßnahmen zur Stärkung der Abfallvermeidung in der Gemeinde.

Pilotprojekte

Seit 2022 begleitet das Umweltbundesamt Pilotgemeinden bei der Erstellung von Abfallvermeidungskonzepten. Dies umfasst unter anderem Schulungen, die Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen sowie das Review der erstellten Konzepte. Diese Pilotprojekte liefern wertvolle Erkenntnisse und dienen anderen Gemeinden als Vorbild.

Beispiel: Gemeinde Heimschuh

Die Gemeinde Heimschuh in der Steiermark verfolgt ein umfassendes Abfallvermeidungskonzept. Dabei setzt sie auf verstärkte Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung zum Thema „Abfallvermeidung“, die Reduktion von Littering im öffentlichen Raum und die Nutzung des Potentials reuse-fähiger Produkte.

Ergebnisse und Ausblick

Durch die Nutzung der verfügbaren Werkzeuge und den Erfahrungen anderer Kommunen können Gemeinden effektiv Abfall vermeiden. Praxisnahe Ansätze unterstützen sie dabei, nachhaltige Konzepte mit ökologischen und ökonomischen Vorteilen zu entwickeln und umzusetzen.

Einkaufen bildet - Kann Bewusstseinsbildung im Einzelhandel Lebensmittelabfälle in Haushalten reduzieren?

Dipl.-Ing. Nadine Brunnhuber, Dipl.-Ing. Sandra Luck

Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Haushalte in Österreich sind für nicht weniger als 60 % des Aufkommens von vermeidbaren Lebensmittelabfällen verantwortlich – Obst und Gemüse zählt zu den am häufigsten entsorgten Lebensmittelgruppen. Falsche Lagerung ist ein wichtiger Grund für die Entstehung von Obst- und Gemüseabfällen in Haushalten. Durch gezielte Wissensvermittlung direkt am Point of Sale (PoS) zur richtigen Aufbewahrung von frischem Obst und Gemüse soll getestet werden, welche Interventionen von Konsument*innen wahrgenommen werden und zukünftig das Potential haben mittels großangelegten Kampagnen Verhaltensänderungen anzustoßen.

In Zusammenarbeit mit der österreichischen Einzelhandelskette HOFER KG, die mehr als 500 Filialen betreibt und zu den drei größten Einzelhändlern des Landes zählt, wird es erstmals möglich auf die Bedürfnisse der Konsument*innen maßgeschneiderte bewusstseinsbildende Maßnahmen zu entwickeln, die direkt in mindestens 8 HOFER Filialen getestet und evaluiert werden.

Um Interventionen zu entwickeln, die den Wünschen und Bedürfnissen der Kund*innen entsprechen, wurden zunächst Interviews mit 348 HOFER-Kund*innen direkt am PoS im November und Dezember 2024 durchgeführt.

Erste Ergebnisse zeigen: Bei Obstsorten stellen insbesondere Beeren, Zitrusfrüchte und Bananen eine Herausforderung für die Konsument*innen dar. Bei Gemüse werden besonders Karotten, Tomaten, Zwiebeln und Salat häufig entsorgt. Zudem zeigten die Konsumentinnen klare Präferenzen für die Gestaltung der Kampagne: 84 % der Teilnehmenden wünschen sich Informationen direkt in der Obst- und Gemüseabteilung, 74 % möchten die Informationen in weniger als 30 Sekunden erfassen können. Ein großer Teil der Konsument*innen möchte keine Informationen in Form von Flyern oder ähnlichem mit nach Hause nehmen.

Für das Finden der richtigen Botschaften und um mehr Informationen über die Wahrnehmung der Konsument*innen zu erhalten werden im März und April 2025 Fokusgruppen durchgeführt, bei denen erste Entwürfe diskutiert werden.

Das Projekt „EinkaufenBildet“ wird durch die österreichische Abfallvermeidungsförderung für Sammel- und Verwertungssysteme für Verpackungen gefördert.

Aufwertung von Bierhefe-Abfällen zur Biosynthese von Silbernanopartikel

Lydia Challandes^{1,3}, Lucia Colleselli², Thomas Senfter¹, Fabian Fischer³, Harald Schöbel²

¹Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Bio- und Lebensmitteltechnologie, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

³Studiengang Life Science Engineering, HES-SO Valais-Wallis – Hochschule für Ingenieurwissenschaften, Rue de l'Industrie 23, 1950 Sion VS, Schweiz

Im Jahr 2024 erreichte die Bierproduktion in Österreich 9,48 Mio. hl, wobei durchschnittlich 2,1 kg Hefebiomasse pro hl erzeugt werden^[1,2]. Dies entspricht ca. 20.000 Tonnen Abfall jährlich. Neben der Verwertung in der Futter- und Lebensmittelindustrie sowie der Biogaserzeugung bietet sich die Biosynthese von Metallnanopartikel als eine innovative Alternative zur Nutzung von Hefe-Abfällen an. Metallnanopartikel weisen aufgrund ihrer hohen Oberflächenenergie und ihres großen Flächen-zu-Volumen-Verhältnisses überlegene physikochemische Eigenschaften im Vergleich zum Bulkmaterial auf. Gerade Silbernanopartikel (AgNPs) sind wegen ihrer bioziden und einzigartigen elektrischen und optischen Eigenschaften in der Umweltechnologie von großem Interesse, insbesondere in der Abwasserentsorgung, der Überwachung der Wasserqualität, der Wasser- und Luftreinigung und der CO₂-Reduktion. AgNPs werden konventionell durch physikalische und chemische Verfahren hergestellt. Biotechnologische Methoden erweisen sich nach aktuellem wissenschaftlichem Stand als umweltfreundliche und kosteneffiziente nachhaltige Alternative.

Im Rahmen der hier präsentierten Untersuchungen, wurden zellfreie Extrakte (ZFE) der Bierhefe *S. cerevisiae* als biologisches System für die Synthese von AgNPs verwendet. Nach erfolgreichen Versuchen unter dunklen Synthesebedingungen versus eine Bestrahlung mit weißem Licht wurde der Einfluss der Wellenlänge auf die Partikelbildung detailliert untersucht. Die Biosynthese wurde in einem dreistufigen Prozess durchgeführt: (i) Kultivierung der Hefe, (ii) Herstellung des ZFE und (iii) Synthesephase unter Bestrahlung mit blauem (471 nm), grünem (521 nm) und rotem (635 nm) Licht parallel zum Standardverfahren unter dunklen Bedingungen. Die Charakterisierung der resultierenden Nanokomponenten erfolgte mittels UV-Vis-Spektroskopie, dynamische Lichtstreuung (DLS), Zeta-Potential Messungen, Rasterelektronenmikroskopie (REM) und Energiedispersions-Röntgenspektroskopie (EDX). Es wurden erfolgreich sphärische AgNPs hergestellt, die eine bimodale Größenverteilung mit einer mittleren Partikelgröße von 15 nm und 80 nm aufwiesen. Die Bestrahlung mit blauem Licht führte zu kleineren AgNPs und einer gesteigerten Ausbeute um mehr als 90 % im Vergleich zur Synthese unter dunklen Bedingungen. *S. cerevisiae* erwies sich als geeignetes biologisches Modell für die Biosynthese von sphärischen AgNPs und Licht als vielversprechendes Werkzeug für die Feinabstimmung der resultierenden Nanomaterialien. Die hier vorgestellten Ergebnisse untermauern das große Potenzial von Bierhefe-Abfällen aus der Brauindustrie zur innovativen Schließung von Stoffkreisläufen.

^[1] REISINGER, Hubert, *Rückstände aus der Nahrungs- und Genussmittelproduktion: Materialien zur Abfallwirtschaft*. Wien: Umweltbundesamt, 2012. Report / Umweltbundesamt, 403. ISBN 978-3-99004-207-6

^[2] Österreichs Braubilanz 2024. *BRAUWELT* (2025, 27. Februar)

<https://brauwelt.com/de/five/verbaende/647877-%C3%B6sterreichs-braubilanz-2024>

Systematische Analyse ausgewählter F&E-Kennzahlen mit kreislaufwirtschaftlichen Schnittmengen

Birgit Christandl¹, Werner Stadlmayr^{1,2}, Thomas Senfter², Martin Pillei^{1,3}

¹Stabsstelle Forschung & Entwicklung, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

³Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Die österreichische Abfallwirtschaftstagung ist DIE Branchenveranstaltung des Jahres. Das MCI als Hochschule für angewandte Wissenschaften reicht fast jedes Jahr Beiträge zur Postersession ein und ist überzeugt, dass dies eine einzigartige Plattform und wichtige Möglichkeit für den österreichweiten wissenschaftlichen Austausch ist.

Bei der Betrachtung der Poster der letzten Jahre entsteht der Eindruck, dass ein Ost-West-Gefälle bei der Anzahl der Einreichungen vorherrscht. Dieser Eindruck wird durch eine systematische Auswertung der örtlichen Zuordnung der jeweiligen Erstautorinnen und -autoren bestätigt:

im Jahr 2023 kamen 53% der Poster aus Wien, 28% aus der Steiermark, 13% aus Tirol sowie jeweils 3% aus Oberösterreich und Niederösterreich. Aus den Bundesländern Salzburg, Burgenland, Kärnten und Vorarlberg kamen keine Posterbeiträge.

Ähnlich ist das Bild für das Jahr 2024: hier kamen 61% der Poster aus Wien, 26% aus der Steiermark, 10% aus Tirol und 3% aus Niederösterreich. Salzburg, das Burgenland, Kärnten, Oberösterreich und Vorarlberg waren nicht vertreten.

Die Autor:innen der gegenständlichen Einreichung sind überzeugt, dass auch die anderen Bundesländer mit all ihren wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Einrichtungen große Potentiale für Beiträge im Kontext der Abfall- und Kreislaufwirtschaft vorweisen. In einer Beleuchtung im inneren Wirkungskreis des MCI wurden die F&E-Projekte im Bereich Technologie & Life Sciences systematisch analysiert und auf Querverbindungen und Schnittmengen mit der Abfall- und Kreislaufwirtschaft analysiert. Das Poster zeigt neben den Kennzahlen zwei ausgewählte Projektbeispiele, bei denen diese kreislaufwirtschaftlichen Schnittmengen vorhanden sind. Diese Projekte wurden bis dato von den jeweiligen Verantwortlichen nicht bei der Abfallwirtschaftstagung eingereicht.

Dieser Input soll als Impulsgeber oder Weckruf einen kleinen Beitrag dazu leisten, dass im inneren Wirkungskreis des MCI, Einreichungen attraktiviert und forciert werden. Andererseits soll die Impulswirkung auch eine Diskussion bei den Verantwortlichen der jeweils anderen Bundesländer auslösen, die aktuell bei der Postersession der Abfallwirtschaftstagung unterrepräsentiert sind.

Die Hochzeit der Siedlungsabfälle: Zwei Verfahren, ein Ziel – Eine Innovation

Paul Demschar, Thomas Kremlicka, Klaus Philipp Sedlazeck

Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

Für die Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen (SN 91101) haben sich in Österreich seit der Einführung des Deponierungsverbotes für ebendiese Abfälle in unbehandelter Form zwei Verfahren etabliert. Dabei ist die dominierende Methode die thermische Behandlung in Müllverbrennungsanlagen (MVA). Aktuell werden in 11 MVA-Anlagen ca. 89 % der gemischten Siedlungsabfälle behandelt. Als zweites Verfahren hat sich die mechanisch-biologische Abfallbehandlung in MBA-Anlagen etabliert. Derzeit sind 14 solcher Anlagen in Betrieb. Die Ziele der beiden Verfahren könnten ähnlicher nicht sein: eine Reduktion der Abfallmenge, die Hygienisierung durch eine Immobilisierung von Schadstoffen sowie die Erzeugung eines sicher zu deponierenden Behandlungsrückstandes stehen im Fokus. Die Wege zur Zielerreichung hingegen sind verschieden: Während in der MVA die Hygienisierung in einem Verbrennungsprozess erfolgt und dabei ein deponiefähiger Verbrennungsrückstand entsteht, folgt in MBA-Anlagen auf die mechanische Ausschleusung von Wert- und Brennstoffen ein Rotteprozess, um die biologische Aktivität so weit zu verringern, dass die Deponierbarkeit des Rückstandes aus technischer und rechtlicher Sicht gewährleistet werden kann.

Systemisch-abfallwirtschaftlich sind diese beiden Verfahren gekoppelt. Hoch- bzw. mittelkalorische Fraktionen, die im mechanischen Behandlungsteil von MBA-Anlagen aus dem Abfall aussortiert werden, finden in MVA-Anlagen Einsatz als Brennstoff. Dadurch ergibt sich eine Verknüpfung der beiden etablierten Behandlungsverfahren auf Materialebene. Es gibt jedoch nach wie vor erhebliche Unterschiede in Bezug auf den Umgang mit den Behandlungsrückständen aus den beiden Verfahren: Während die mechanische Nachbehandlung von MVA-Verbrennungsrückständen bereits Stand der Technik ist, werden die Rotterückstände aus MBA-Anlagen fast ausschließlich direkt deponiert.

Diese Arbeit nimmt eine aufbereitungstechnische Charakterisierung der Rotterückstände aus MBA-Anlagen vor und untersucht technische Methoden, um diese Rückstände für die integrierte Verwertung in bestehenden Anlagen zur MVA-Rückstandsaufbereitung vorzubereiten. Diese Integration stellt erstmals eine Verknüpfung der beiden Verfahren MVA und MBA auf der Ebene der Behandlungsrückstände dar. Durch diese „Hochzeit der Siedlungsabfälle“ kann der Kreislauf der Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen in Österreich auch in Bezug auf die Behandlungsrückstände geschlossen werden. Die zu deponierende Menge kann dadurch deutlich reduziert werden. Dies stellt einen entscheidenden Schritt zur Steigerung der Zirkularitätsrate bei Siedlungsabfällen dar und ist ein weiterer Beitrag zur nachhaltigen Gestaltung der Österreichischen Abfallwirtschaft.

Biosynthese von Wasserstoff aus Bio- & Lebensmittelabfällen mittels *T. mirandus*

Luise Ebert¹, Selina Haller¹, Daniel Hauptmann¹, Mira Mutschlechner¹, Andreas Wagner², Harald Schöbel¹

¹Studiengang Bio- und Lebensmitteltechnologie, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Institut für Mikrobiologie, Universität Innsbruck, Technikerstraße 25d, A-6020 Innsbruck, Österreich

Angesichts der geopolitischen Herausforderungen und der Notwendigkeit nachhaltiger Energielösungen zu finden, rückt die biotechnologische Wasserstoffproduktion zunehmend mehr in den Fokus. Unser Projekt untersucht die Nutzung von *Thermoactinomyces mirandus*, einem neu entdeckten, anaeroben, thermophilen Bakterium, zur Wasserstoffproduktion aus organischer Biomasse [1] – insbesondere Bio- und Lebensmittelabfälle.

Bekannt ist, dass *T. mirandus* mittels dunkler Fermentation aus Laktose Wasserstoff erzeugen kann [1]. Um optimale Bedingungen für eine effiziente Wasserstoffproduktion zu identifizieren, wurden zunächst verschiedene Mono- und Disaccharide als Kohlenstoffquellen, sowie definierte und komplexe Stickstoffquellen getestet. Aufbauend auf diesen Ergebnissen folgt die Untersuchung komplexerer Kohlenstoffquellen, insbesondere jener, die in organischen Abfällen vorkommen, wie Cellulose, Xylan und Molkenprotein. Erste Versuche zeigen, dass Hefeextrakt als Stickstoffquelle die Wasserstoffausbeute positiv beeinflussen kann. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Wasserstoffproduktion unabhängig vom Wachstum ist und je nach Kohlenstoffquelle variiert.

Zukünftige Untersuchungen werden sich auf die Kombination verschiedener Abfallprodukte, den Einsatz cellulose- und xylanhaltiger Materialien sowie die Nutzung von Mischkulturen, insbesondere mit *Clostridien*, konzentrieren. Langfristig ist ein Upscaling der Fermentationsprozesse vorgesehen, um die industrielle Anwendbarkeit dieser Technologie zu bewerten.

Dieses Projekt trägt aktiv zur Kreislaufwirtschaft bei, indem es die Nutzung organischer Reststoffe als erneuerbare Energiequelle erforscht. Die biotechnologische Wasserstoffproduktion könnte eine umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen darstellen und somit einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung leisten.

[1] Mutschlechner, Mira; Lackner, Nina; Markt, Rudolf; Salvenmoser, Willi; Dunlap, Christopher A.; Wagner, Andreas O. (2021): Proposal of *Thermoactinomyces mirandus* sp. nov., a filamentous, anaerobic bacterium isolated from a biogas plant. In: Antonie van Leeuwenhoek 114 (1), S. 45–54. DOI: 10.1007/s10482-020-01497-0.

Verfahrensentwicklung zur Nährstoffgewinnung aus Pilzreststoffen

Johannes Emmerich¹, Thomas Senfter¹, Martin Spruck¹, Martin Pillei²

¹Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Lebensmittelverschwendung stellt eine globale Herausforderung dar, da in der Produktionskette bereits große Mengen wertvoller Rohstoffe aussortiert und entsorgt werden, obwohl sie potenziell nutzbare Inhaltsstoffe enthalten. Das vorliegende Projekt untersucht die nachhaltige Verwertung nicht mehr verkaufsfähiger Lebensmittel am Beispiel von Pilzreststoffen des Unternehmens Tyrolpilz. Ziel ist die Extraktion wertvoller Inhaltsstoffe, insbesondere biogene Amine und Polysaccharide, um diese in Nahrungsergänzungsmitteln weiterzuverwenden. Zur Entwicklung eines geeigneten Verfahrens wurden verschiedene Prozessschritte mit variierenden Parametern analysiert und optimiert, wobei sowohl die technische Machbarkeit als auch die wirtschaftliche Eignung bewertet wurden. Das daraus resultierende Verfahren wurde im Technikumsmaßstab validiert, um dessen Skalierbarkeit und industrielle Anwendbarkeit zu prüfen. Eine erste Aufwandsabschätzung bei der Verarbeitung von 5 kg Pilzreststoffen ergab realistische Werte hinsichtlich Zeit-, Energie- und Wasserverbrauch, die auf eine wirtschaftlich tragfähige Umsetzung hinweisen. Obwohl sich das Projekt noch in der Umsetzungsphase befindet und endgültige Ergebnisse ausstehen, zeigt diese Vorstudien vielversprechende Resultate, die die technische Realisierbarkeit des Konzepts bestätigen. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden die Grundlage für weiterführende Parameterstudien und die spätere industrielle Anwendung. Insgesamt demonstriert die Verwertung von Pilzreststoffen mittels Extraktionsverfahren eine nachhaltige Methode, um wertvolle Inhaltsstoffe zu gewinnen und Lebensmittelabfälle zu reduzieren, und leistet somit einen Beitrag zu einer ressourcenschonenden und zukunftsorientierten Lebensmittelproduktion. Diese Ergebnisse belegen das immense Potenzial des entwickelten Verfahrens, sowohl ökologischen als auch ökonomischen Ansprüchen gerecht zu werden, und eröffnen vielversprechende Perspektiven für eine breitere Anwendung in der Lebensmittelindustrie.



Closing the loop: Das erste Kunststoffprodukt gewonnen aus gemischten Gewerbeabfällen

M. J. Enengel¹, T. Lasch², L. Kandlbauer¹, R. Sarc¹

¹ Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

² Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes

Laut dem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK, 2023) lag die Recyclingquote für Kunststoffverpackungen in Österreich im Jahr 2021 bei lediglich 25 %. Die Abfallwirtschaft steht daher entlang der gesamten Wertschöpfungskette vor erheblichen Herausforderungen, um die europäischen Recyclingziele zu erreichen. In einer Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich, durchgeführt vom BMK (2023), wird zudem geschrieben: „Das Aufkommen von Kunststoffen in Primärabfällen betrug im Jahr 2021 rd. 1,05 Mio. t. Der überwiegende Teil (rd. 81 %) entfällt auf Kunststoffe in gemischten Abfällen, rd. 19 % auf getrennt erfasste (sortenreine) Kunststoffabfälle“. Um die Vorgaben der Europäischen Kommission zu erfüllen, müssen daher nicht nur getrennt gesammelte Fraktionen, sondern auch gemischte Siedlungs- und Gewerbeabfälle stärker in den Recyclingprozess einbezogen werden. Die Recyclingquote von gemischten Gewerbeabfällen liegt derzeit im unteren einstelligen Prozentbereich und stellt somit eine weitgehend ungenutzte Ressource dar (Wellacher & Pomberger, 2017). Vor diesem Hintergrund wurde in einer Veröffentlichung von Enengel et al. (2024) eine repräsentative Probe gemischter Gewerbeabfälle hinsichtlich ihrer Zusammensetzung analysiert. Dabei konnten potenziell recyclingfähige Fraktionen identifiziert werden, insbesondere eine verwertbare Menge an Polypropylen (PP) in einer Qualität, die für das mechanische Recycling geeignet ist. Daraufhin wurde ein sensorgestützte Sortierer in einer Abfallaufbereitungsanlage genutzt, um ein PP-Konzentrat für das mechanische Recycling zu gewinnen. Dieses Material wurde im Digital Waste and Research Lab des Lehrstuhls für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft (AVAW) sortiert, zerkleinert und gewaschen. Anschließend erfolgte die Verarbeitung dieser PP-Flakes in einem Einwellenextruder mit einem 150-µm-Filter zu Granulat, wodurch bereits der End-of-Waste-Status erreicht werden konnte. Umfassende Materialanalysen bestätigten, dass das entstandene PP-Granulat allen Qualitätsstandards für eine Produktherstellung erfüllt. Insgesamt 456,8 kg dieses Granulats wurden daraufhin in einer industriell genutzten Spritzgussmaschine erfolgreich zu Produkten (Eimer und Lagerboxen) in marktreifer Qualität verarbeitet. Auf Grundlage dieser vielversprechenden Ergebnisse wurden Upscaling-Versuche geplant und befinden sich bereits in der Umsetzung. Dabei sollen mehrere Tonnen an PP-Material gewonnen werden und in einer industriellen Wasch- und Granulieranlage zu hochwertigem PP-Granulat verarbeitet werden. Dieses Granulat soll erneut zu einem Produkt aufbereitet werden, um zu zeigen, dass auch im industriellen Maßstab aus gemischten Gewerbeabfällen gewonnenes PP zu einem verkaufsfähigen Produkt hergestellt werden kann. Diese Ergebnisse zeigen, dass selbst komplexe Abfallströme wie gemischter Gewerbeabfall genutzt werden können um Stoffkreisläufe zu schließen.

Omnibus-Verordnung: Neue Berichtspflichten und die Rolle der Kreislaufwirtschaft

Englmair C. und Hofmeister S., *ECOFIDES Consulting GmbH, Wien, Österreich*

Der am 26.02.2025 von der Europäischen Kommission präsentierte Vorschlag zur Omnibus-Verordnung (Paket 1) zur Anpassung der Anforderungen der EU-Rechtsakte betreffend die Nachhaltigkeitsberichterstattung, insbesondere die Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), bringt unter anderem entscheidende Änderungen in der Umsetzung der CSRD und der dazugehörigen European Sustainability Reporting Standards (ESRS) mit sich. Er hat weitreichende Auswirkungen auf die Nachhaltigkeitsberichterstattung und stellt Unternehmen vor neue Herausforderungen.

Mit dieser Omnibus-Verordnung soll der Geltungsbereich für große Unternehmen enger gefasst werden, indem nunmehr Unternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitenden und 50 Mio. EUR Umsatz oder 25 Mio. EUR Bilanzsumme der CSRD unterliegen. Eine weitere Änderung ist die Fristverschiebung: Unternehmen, die ab 2025 berichtspflichtig gewesen wären, müssen ihren ersten Bericht nun für das Geschäftsjahr 2027 erstellen. Darüber hinaus soll die Anzahl der Datenpunkte in den ESRS reduziert sowie der Fokus auf quantitative Datenpunkte gelegt werden.

Diese Konsequenzen erfordern strategische Anpassungen von Unternehmen unterschiedlicher Größen, um auf die neuen Anforderungen zu reagieren:

1. Berichtspflichtige Unternehmen: Große Unternehmen, die direkt unter die Berichterstattungspflichten fallen, müssen umfassende Nachhaltigkeitsberichte gemäß den adaptierten ESRS über das Berichtsjahr 2027 erstellen.
2. Mid-Cap-Unternehmen: Unternehmen, welche derzeit außerhalb der Berichtsgrenzen liegen, stehen vor der Entscheidung, inwieweit sie die neuen Berichtsstandards dennoch freiwillig oder in reduzierter Form umsetzen wollen. Mit dem Omnibus Paket 3 wird jedoch erwartet, dass auch diese mittelfristig in die Berichterstattung einbezogen werden (bspw. freiwillig nach VSME-Standard - Voluntary reporting standard for Small and Medium Enterprise).
3. Freiwillige Berichterstattung: Unternehmen, die nicht berichtspflichtig sind, könnten Nachhaltigkeitsberichte freiwillig erstellen, um Wettbewerbsvorteile zu erzielen oder Kundenanforderungen zu erfüllen.

Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft werden nach wie vor wesentliche Bestandteile der Nachhaltigkeitsberichterstattung bleiben, sowohl in den aktuellen ESRS als auch im VSME-Standard. Insbesondere adressiert der Themenstandard ESRS E5 das Thema Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft. Darin wird zwischen „Ressourcenzuflüssen, einschließlich Ressourcennutzung“, „Ressourcenabflüssen im Zusammenhang mit Produkten und Dienstleistungen“ und „Abfällen“ unterschieden. Darüber hinaus sind relevante Datenpunkte aber ebenso in anderen Themenstandards integriert, insbesondere in den Bereichen Klimaschutz (bspw. Scope-3-Emissionen) und Umweltverschmutzung. Auch der aktuelle VSME-Standard fordert sowohl quantitative als auch qualitative Angaben zur Ressourcennutzung, Kreislaufwirtschaft und zum Abfallmanagement. Dies unterstreicht die Tatsache, dass es sich bei der Kreislaufwirtschaft um eine Querschnittsmaterie handelt.

Zusammenfassend stellt die Omnibus-Verordnung eine bedeutende regulatorische Anpassung dar, die Unternehmen dazu zwingt, ihre Nachhaltigkeitsstrategie und -berichterstattung neu auszurichten. Die Kreislaufwirtschaft wird als ein essenzieller Bestandteil der Berichterstattung anerkannt und in verschiedenen Standards verankert, wodurch sowohl die Datenanforderungen vor allem für Entsorgungsunternehmen steigen als auch eine holistische Betrachtung der Materialflüsse innerhalb der Unternehmen erforderlich ist.

Phantastische Aushubmaterialien – und wo sie ihre Bestimmung finden: Klassifikation und Verwertung

¹Martin Johannes Findl, ²Iye Szin Ang, ³Elisabeth Hauzinger, ²Elmar Rueckert, ³Robert Galler, ¹Roland Pomberger, ¹Klaus Philipp Sedlazeck

¹Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft – Montanuniversität Leoben, Österreich

²Lehrstuhl für Cyber-Physical-Systems - Montanuniversität Leoben, Österreich

³Lehrstuhl für Subsurface Engineering – Montanuniversität Leoben, Österreich

Das *NNATT*-Projekt adressiert die zukunftsorientierte Bauwirtschaft: die nachhaltige Verwertung von Tunnel- und Aushubmaterialien. Diese stellen mit 46 Millionen Tonnen 59 % des gesamten Abfallaufkommens in Österreich im Jahr 2021 dar. Trotz eines hohen Anteils an nicht verunreinigtem Bodenaushubmaterial werden 62 % dieser Materialien deponiert, was eine erhebliche Ressourcenverschwendung darstellt.

Ziel des Projekts ist es, durch Materialidentifikations- und Klassifizierungsmethoden eine hochqualitative Verwertung dieser Materialien zu ermöglichen. Dies soll insbesondere durch die Kombination spektral-sensorbasierter Technologien und Künstlicher Intelligenz (KI) erreicht werden. Die Methodik basiert auf einem mehrstufigen Verfahren: Zunächst erfolgt die systematische Probenahme verschiedener lithologischer Gesteinsformationen, gefolgt von einer umfassenden mineralogisch-chemischen und geotechnischen Charakterisierung. Die Analysen werden mittels NIR- und Raman-Hyperspektraler Bildgebung sowie LIBS-Spektroskopie erfasst und in eine strukturierte Datenbank integriert. Ein zentraler Aspekt des Projekts ist die automatische Klassifikation der Materialien durch maschinelles Lernen, um eine Korrelation zwischen den erfassten Spektraldaten und den Referenzwerten der Datenbank herzustellen. Diese Technologie wird in einer Pilotanlage mit kontinuierlichem Materialtransport auf einem Förderband getestet, um die Datensammlung und Validierung der Machbarkeit unter realistischen Bedingungen zu ermöglichen. Herausforderungen stellen dabei variable Umwelteinflüsse wie Wetter, Staubentwicklung und Bodenvibrationen dar.

Neben der technischen Machbarkeit werden auch rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt. Gemäß § 5 Abfallwirtschaftsgesetz 2002 kann ein Stoff seine Abfalleigenschaft verlieren, sofern alle relevanten gesetzlichen Anforderungen erfüllt sind. Die Nebenprodukteigenschaft kann nur für Stoffe gelten, die nach Artikel 3 Nummer 1 der Abfallrahmenrichtlinie 2008 nicht als Abfall eingestuft werden. Dabei ist entscheidend, dass weder ein Wille zur Entledigung noch eine Entledigungspflicht vorliegt. Die Erkenntnisse aus dem *NNATT*-Projekt könnten somit einen Grundansatz für neue regulatorische Ansätze und nachhaltigere Baupraktiken schaffen.

Die Anwendungspotenziale des Tunnel- und Bodenaushubs sind im Bauwesen als alternative Baustoffe oder Bodenadditive in der Landwirtschaft. Dadurch werden Deponien entlastet, Transportwege reduziert und die Kreislaufwirtschaft intensiviert. Möglich wird dies durch die Verknüpfung von chemisch-mineralogischer und geotechnischer Analysen, KI- und datenbankgestützter Materialklassifikation und die Datenerfassung in einer Pilotanlage. Die gewonnenen Erkenntnisse bieten zudem Transferpotenzial für weitere industrielle und wissenschaftliche Anwendungsfelder.

Öffentlicher Abfall! Trennen sinnvoll? – Betrachtung der Umweltauswirkungen am Beispiel Wien

Betül Gök, Veronika Kladnik, Therese Schwarzböck

Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement, TU Wien

Öffentlicher Abfall aus Straßen, Parks und öffentlichen Verkehrsmitteln stellt mit etwa 70.000 t/a zwar einen vergleichsweise geringen Abfallstrom in Österreich dar, besteht jedoch zu rund 52% aus Wertstoffen. Da öffentlicher Abfall überwiegend gemischt gesammelt wird, werden Wertstoffe aktuell kaum stofflich zurückgewonnen, sondern thermisch verwertet. Um alternative Formen der Abfallbewirtschaftung für öffentliche Abfälle ökologisch zu bewerten, wurde eine Lebenszyklusanalyse (LCA) durchgeführt.

Die LCA wurde auf Grundlage einer Materialflussanalyse (MFA) angefertigt. Die Systemgrenze umfasst die Sammlung, den Transport, die (Recycling-)Behandlung und Beseitigung des öffentlichen Abfalls. Als funktionelle Einheit ist eine Tonne öffentlich gesammelter Abfall in Wien festgelegt. Es wird angenommen, dass alle Prozesse in Österreich stattfinden, Abfallexporte werden zur Vereinfachung nicht betrachtet. Als primäre Wirkungskategorie gilt die Quantifizierung des Treibhausgaspotentials. Untersucht werden fünf Szenarien: Baseline Szenario (S1), vollständige getrennte Sammlung (S1.1), teilweise getrennte Sammlung (S1.2), Restmüllsplitting (S2), Kombination aus S1.2 und S2 (S3). Der Datenbestand stammt, neben Angaben aus der Software EaseTech, aus Daten der zuständigen Magistratsabteilung in Wien (MA48), von Feldversuchen sowie der MFA. Fehlende Informationen wurden durch Literaturrecherche, die Umweltdatenbank Ecoinvent (v3.9.1, cut-off) und begründete Annahmen ergänzt.

Die Ergebnisse stellen die eingesparten Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Baseline Szenario dar. Das negative Vorzeichen der Emissionen zeigt die Einsparungen an, die durch die Substitution von Primärmaterialien sowie durch die Nutzung von Energie (WtE – Waste to Energy) in Form von Elektrizität und Wärme entstehen. Die erzielten Emissionseinsparungen bezogen auf die jährliche Gesamtabfallmenge in Wien betragen:

- Teilweise getrennte Sammlung (S1.2): –165 t CO₂-Äq
- Vollständige getrennte Sammlung (S1.1): –2.013 t CO₂-Äq
- Restmüllsplitting (S2): –5.874 t CO₂-Äq
- Kombination (S3): –6.238 t CO₂-Äq

Die Kombination aus teilweiser getrennter Sammlung und Restmüllsplitting stellt sich basierend auf dem Modell am emissionsärmsten dar. Grund dafür sind Emissionseinsparungen, die sich durch das mechanische Recycling ergeben - insbesondere von Glas - sowie die zurückgewonnene Energie aus der thermischen Verwertung. Es sei allerdings zu erwähnen, dass die Unterschiede zwischen dem S2 und S3 nur gering sind. Der Vorsprung von S3 ergibt sich aus den Emissionseinsparungen durch das Glasrecycling, da Glas im Restmüllsplitting (S2) nicht sortiert wird. Die Szenarien, die sich ausschließlich auf die getrennte Sammlung konzentrieren, schneiden insgesamt schlechter ab. Das liegt daran, dass die Emissionsersparnis durch mechanisches Recycling im Vergleich zur Restmüllaufbereitung nur ein Fünftel beträgt.

Limitationen der Anwendung künstlicher Daten zur Detektion von Batterien

Elias Grath¹, Thomas Nigl¹

¹ DeB-AT, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Department Umwelt- und Energieverfahrenstechnik, Montanuniversität Leoben

Trotz der Bemühungen aller Akteure der abfallwirtschaftlichen Wertschöpfungskette kommt es weiterhin zu Bränden in Abfallbehandlungsanlagen infolge unsachgemäß entsorgter Batterien. Um nachhaltig eine sichere Abfallbewirtschaftung zu gewährleisten, gilt es, Systeme zur Erkennung von Batterien in verschiedenen Abfallströmen zu entwickeln. Der technologische Fortschritt im Bereich der KI-gestützten Bilderkennung liefert das Potenzial, durch optimierte Detektionsmodelle Lösungen für diese Herausforderungen bereitzustellen. Allerdings erfordert das Training solcher Modelle eine umfangreiche Datenbasis, die insbesondere in der Abfallwirtschaft nur begrenzt verfügbar ist. Neben der zeit- und kostenintensiven Aufnahme realer Daten besteht die Möglichkeit, einen bestehenden Datensatz durch künstliche Erweiterung mittels Augmentation zu vergrößern.

Diese Arbeit beleuchtet die Auswirkungen von künstlichen Daten auf die Präzision trainierter YOLO-Modelle (You Only Look Once) zur Detektion von Batterien in Abfallströmen.

Die Datenerarbeitung umfasste quantitative Probenahmen, welche die ganzheitliche Abdeckung der Produktvielfalt von Gerätebatterien in Bezug auf Bautyp, Erscheinungsform und -farbe sowie Anwendungsbereich forcierten. Zusätzlich erfolgte die Realisierung eines praxisnahen Aufnahmesetups im Digital Waste Research Lab. Diese Vorarbeiten lieferten die Grundlagen für die Aufnahme realer Bilder von Batterien und Abfall in diversen Zusammensetzungen. Die teilautomatisierte Annotation der Daten mittels „Instance Segmentation“ ermöglichte die künstliche Datenerweiterung durch einen „Copy-Paste“-Ansatz. Das Training der vortrainierten YOLO-Detektionsmodelle erfolgte unter gleichbleibenden Parametern und mit definierten Teilmengen des Datensatzes, um vergleichbare Ergebnisse zu gewährleisten. Im Speziellen wurden die Einflüsse der Datenzusammensetzung auf die Detektionsergebnisse trainierter Modelle untersucht.

Die Ergebnisse, gemessen anhand der Mean Average Precision (mAP) über alle Klassen, zeigen die Limitationen des Einsatzes künstlicher Daten zur Erkennung von Batterien in Abfällen. Die Verringerung der Ergebniswerte zwischen der Evaluierung trainierter Modelle mit Testdaten und Realdaten weist auf eine mögliche Überanpassung (Overfitting) sowie auf Realitäts- und Domänenlücken hin. Eine ausschließlich künstliche Datenbasis kann zu Verzerrungen in den Ergebnissen und damit zu einer eingeschränkten Anwendbarkeit unter realen Bedingungen führen. Die Resultate von Objekterkennungsmodellen sollten daher im Bedarfsfall kritisch betrachtet und für den jeweiligen Anwendungsfall optimiert werden. Nichtsdestotrotz bietet die künstliche Datenaugmentation die Möglichkeit einer zusätzlichen Datengenerierung, um die Generalisierung eines Modells in optimierter Form zu verbessern. Insbesondere darf der Ressourcenaufwand für die Erstellung realer Daten nicht vernachlässigt werden.

Die Autoren danken der *Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)* und dem *Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)* für die Förderung des Projektes *DeB-AT*.

Gefördert durch

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



Kontakt:

Elias Grath

elias.grath@unileoben.ac.at

+43 3842 / 402-5139

www.avaw-unileoben.at

Charakterisierung und Erfassungsgrad papierbasierter Verpackungen – eine Fallstudie aus Österreich

Lea Gritsch, Gisela Breslmayer, Jakob Lederer

TU Wien, Christian Doppler Labor für Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft, 1060 Wien

Papier, Karton und Wellpappe sind mit 40,3 % die am häufigsten verwendeten Verpackungsmaterialien in der EU und stellen mit 34 Millionen Tonnen im Jahr 2021 den größten Abfallstrom aller Verpackungen dar [1]. Das Aufkommen an Papierverpackungsabfällen ist seit 2010 kontinuierlich gestiegen, während die Recyclingrate leicht sinkt [1,2]. Für die Zukunft wird erwartet, dass Papierverpackungen aufgrund anhaltender Trends weiter zunehmen werden [3]. Auch in Österreich ist ein Anstieg der Papierverpackungsabfälle zu verzeichnen, bei gleichzeitig sinkenden Recyclingquoten von 84% (2015) auf 79% (2022) [4]. Besonders in Städten werden weniger Verpackungsabfälle getrennt gesammelt als in ländlichen Gebieten [5]. Vor diesem Hintergrund wurde im Jahr 2022 eine manuelle Sortieranalyse der papierbasierten Verpackungen im Wiener Restmüll und Altpapier durchgeführt, wobei nach Verpackungsmaterial, food/non-food, Lebensmittelkontaktstufe, Produktart und Verschmutzung unterschieden wurde. Anschließend wurden Mengen, Erfassungsgrade und Szenarien für eine verbesserte getrennte Sammlung berechnet. Die Ergebnisse zeigen große Unterschiede bei den Erfassungsgraden, mit dem höchsten Erfassungsgrad für Wellpappe (79%) und den niedrigsten für Papier (21%) und Karton (26%), was auf ein großes Potenzial an Papier und Karton im Restmüll schließen lässt. Rund 21.000 t/a davon wären aufgrund geringer Verschmutzungen für die getrennte Sammlung geeignet, darunter Verpackungen trockener Lebensmittel, Lebensmittel-Sekundärverpackungen und Non-Food-Verpackungen, wobei letztere mit 12.000 t/a den größten Anteil im Restmüll ausmachen. Eine gezielte Bewerbung der geeigneten Verpackungen, könnte theoretisch zu einer Steigerung des Gesamt-Erfassungsgrades von derzeit 54% auf 60-75% führen. Insbesondere Papiertragetaschen als sehr homogene und charakteristische Verpackung würden sich hier für eine gezielte Bewerbung eignen. Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die Menge der Papierverbundverpackungen mit 4.700 t/a im Vergleich zu den Papier-, Karton- und Wellpappeverpackungen (70.000 t/a) zwar relativ gering, aber nicht zu vernachlässigen ist. Die Studie bestätigt, dass trotz eines dichten Sammelnetzes mit mehr als 100.000 Behältern im Holsystem in Wien es noch ein großes ungenutztes Potenzial an Papier- und Kartonverpackungen gibt. Diese sollten effektiv für eine getrennte Sammlung beworben werden.

[1] EUROSTAT. Packaging waste statistics, 2023.

[2] EUROSTAT. Recycling rate of packaging waste by type of packaging (paper and cardboard packaging), 2024.

[3] Cayé N, Marasus KS. Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2021. Mainz, 2023.

[4] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022. Wien, 2024.

[5] Schuch D, Lederer J, Fellner J, Scharff C. Separate collection rates for plastic packaging in Austria - A regional analysis taking collection systems and

Machbarkeitsuntersuchung zur Aufbereitung von Tunnelabwässern mittels Massenkraftabscheidern

David Hackl, Andreas Gruschi, Thomas Senfter

Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Während der Vortriebsarbeiten im Tunnelbau entstehen erhebliche Mengen an Abwasser, welches meist durch Feststoffpartikel verschmutzt ist. Diese anfallenden Abwässer werden aus dem Tunnel, vor das Tunnelportal geleitet und dort auf der Baustelleneinrichtung in Becken zwischenzeitlich gelagert. Da diese Abwässer aufgrund der Partikelbeladung nicht direkt in die Umwelt geleitet werden dürfen, werden diese von Entsorgungsunternehmen abgeholt und in Abwasserreinigungsanlagen geliefert, wo sie aufbereitet wird. Um Entsorgungskosten zu sparen besteht seitens der Bauherren und Baufirmen die Bestrebung, mittels mechanischer Reinigung die Menge an Abwasser zu reduzieren. Die herkömmliche Variante dieser Reinigung wird meist mittels Kammerfilterpressen durchgeführt. Kammerfilterpressen erfordern jedoch einen hohen Platzbedarf, sowie eine ständige Betreuung und Wartung. Im gegenständlichen Projekt sollte evaluiert werden, ob anstatt der Kammerfilterpresse ein wartungsfreundlicher Massenkraftabscheider (Hydrozyklon) verwendet werden kann. Der Abscheidegrad ist hierbei von der Bauform und Größe des Zyklons, sowie von der Größe der Partikel im Zulaufstrom abhängig. Bei experimentellen Untersuchungen von Tunnelabwässern auf einer Tunnelbaustelle in Süddeutschland wurden Abwasser-, sowie Bohrschlammproben genommen und diese in Technikumsumgebung mittels Hydrozyklonversuchen aufgereinigt. Hierfür wurde für das Aufgabegut ein Container mit einer Bohrstaubkonzentration von $3,4 \text{ g L}^{-1}$ zu einer Suspension vermischt. Dieses Aufgabegut wurde in den Hydrozyklon eingeleitet, welcher das abgeschiedene Grobgut in einen separaten Container leitet. Die Versuche werden für Volumenströme von $20 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ bis $40 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ durchgeführt, um den Einfluss des Durchflusses auf den Abscheidegrad bestimmen zu können. Die Auswertung der Laborversuche weist bei allen 3 Durchflussmengen einen sehr niederen Abscheidegrad der Bohrstaubpartikel von 15% bis 25% auf. Für eine Erstbewertung des Hydrozyklons im Vergleich zu einer Kammerfilterpresse wurde aus dem Ausgangsstrom einer Kammerfilterpresse an der Baustelle eine Probe genommen. Diese Abwasserprobe weist einen d_{50} von ca. $6,5 \mu\text{m}$ auf. Im Vergleich dazu kann bei einer Aufbereitung mittels Hydrozyklon ein d_{50} von ca. $18,3 \mu\text{m}$ nicht unterschritten werden. Der Trennkorndurchmesser des Hydrozyklons beträgt ca. $78 \mu\text{m}$. Aus dem vergleichsweise hohen Trennkorndurchmesser, sowie aus dem niederen Abscheidegrad ist festzustellen, dass eine mechanische Reinigung der Tunnelabwässer mittels Hydrozyklon innerhalb des untersuchten Rahmens nicht als sinnvoll angesehen werden kann. Ein weiterer Schritt der mechanischen Reinigung, zum Beispiel in Form einer Kammerfilterpresse, wäre immer noch notwendig, um die gesetzliche Höchstgrenze einzuhalten.

Diese Ergebnisse entstanden in einem kooperativen Forschungsprojekt mit den Partnern MCI, DAKA und ETEC und wurden durch die Tiroler Innovationsförderung (Geschäftszahl F.218004/14) unterstützt.

myFlow – Kreislaufwirtschaftspotenzial eines generischen Tracking-Tools

Hofmeister S., Englmaier C. und Mathera M., ECOFIDES Consulting GmbH, Wien, Österreich
Konsortium: myVision Network und ECOFIDES Consulting GmbH

Der EU Green Deal führt neue Regulierungen ein, die zwar primär Großkonzerne betreffen, aber durch Datenanforderungen entlang von Lieferketten auch die Kostenstruktur von KMU erheblich beeinflussen können.

Im Rahmen des laufenden Förderprojekts „myFlow – Unternehmen zur Erfüllung der ESG-Pflichten befähigen“, gefördert durch die Logistikförderung des BMK¹, wird getestet, wie das generische Tracking-Tool "myFlow" in der Bewältigung der ESG-Datenanforderungen unterstützen kann. Es befähigt Unternehmen zur niederschweligen Erfassung ihrer Prozesse, Verbräuche und Qualitätszustände. Mittels einer benutzerfreundlichen App können alle Mitarbeitenden sowie externe Partner, unabhängig von Alter, Qualifikation und Sprache, die notwendigen Datenerhebungen entlang der Lieferkette durchführen. Im Rahmen des Projektes wird myFlow in drei Unternehmen unterschiedlicher Größen getestet:

Ein Kleinunternehmen (Gebäude- und Flächenreinigung), ein mittleres Unternehmen (Verpackungsindustrie) und ein großes Unternehmen (Druckerei und Warenversand).

Für die Testphase wurden mehrere ESG-relevante Use-Cases identifiziert. Die mobile Live-Datenerfassung via Handy vor Ort, mit Zuordnung zu einzelnen Objekten, um in weiterer Folge Daten auf Unternehmens- und Kundenebene automatisiert über ein Dashboard auszuwerten. Im Zuge dessen werden Kennzahlen, wie bspw. Treibhausgasemissionen pro Serviceeinheit (Product Carbon Footprint) automatisiert gebildet und ein freiwilliger ESG-Bericht generiert.

In einem weiteren Use-Case werden Lieferscheine mittels myFlow-App direkt beim Wareneingang gescannt und der entsprechende Lieferfahrzeugtyp ausgewählt. Mit diesen Daten werden die CO₂-Äquivalente, welche durch den Transport von gelieferten Waren entstehen, berechnet. Diese können in weiterer Folge als Dateninput für die Scope 3 Emissionen (Corporate Carbon Footprint) herangezogen werden. Zudem wird myFlow für das Tracking von FSC-zertifizierten Waren eingesetzt, um Transparenz zu dem Anteil an zertifizierten Inputmaterial zu schaffen.

Im Zuge eines zusätzlichen Anwendungsfalles führt die Digitalisierung des Warenausgangsbuchs zu effizienteren Bestellprozessen und einer Vermeidung an Doppelbestellungen. Im Bereich der Produktzustellung konnte durch den Einsatz eines mobilen Druckers, in Kombination mit der App, ein Einsparungspotenzial von 85 % der Lieferetiketten identifiziert werden. Weiters wird durch die Anwendung von myFlow die Meldung von Mängeln bzw. die Qualitätsprüfung an Verkaufsstellen digitalisiert und effizienter gestaltet.

Diese Beispiele zeigen bereits während der Testphase, wie myFlow Unternehmen unterschiedlicher Größe dabei unterstützen kann, ihre Datenqualität zu steigern, die Nachhaltigkeitsleistung zu verbessern und gleichzeitig betriebliche Prozesse, hinsichtlich effizienteren Einsatzes von Ressourcen, zu optimieren. Für die Kreislaufwirtschaft relevante, bereits identifizierte, Hebel sind die Mengenerfassung, Qualitätsbestimmung und Verortung von Materialien sowie Abfallvermeidung durch digitalisierte und effizientere Prozesse. Die potenziellen Anwendungsfälle des Tools gehen weit über den Scope des Projekts hinaus. Daher wäre eine Evaluierung weiterer Einsatzbereiche im Sinne der Kreislaufwirtschaft von Interesse.

¹Dieses Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) gefördert und im Rahmen des Programms Logistikförderung durch die Schieneninfrastruktur-Dienstleistungsgesellschaft mbH (SCHIG mbH) abgewickelt.

Alttextilien unter der Lupe – Mengen und Zusammensetzung

Pablo Kählig, Wolfgang Ipsmiller, Andreas Bartl, Jakob Lederer

CD-Labor für Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, TU Wien

Die Implementierung einer Kreislaufwirtschaft für Textilien erfordert genau aufeinander abgestimmte Sortier- und Recyclingprozesse, welche wiederum Eingangsmaterialien von definierter Reinheit benötigen. Dies setzt eine Wissensbasis über die Zusammensetzung und Art der zu verarbeitenden Textilien voraus, jedoch beschäftigen sich nur eine geringe Anzahl an Publikation hiermit.

Aus diesem Grund wurden im CD-Labor für Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft die Textilien aus dem Restmüll und aus der Containersammlung eines Sammelunternehmens im öffentlichen Raum in Wien 2022 untersucht. Insgesamt wurden 1.700 kg an Probematerial analysiert. Der Fokus lag hier auf nicht-komplexen Bekleidungs- und Haushaltstextilien (exklusive Taschen und Schuhe). Diese wurden einzeln verwogen und nach definierten Merkmalen charakterisiert, unter anderem nach Fasermaterial lt. Etikett, Textilart und Reuse-Fähigkeit. Um in weiterer Folge ein Potential dieser Textilien für ein Faser-zu-Faser-Recycling erheben zu können, wurden die Ergebnisse mit der Menge an Alttextilien korreliert, welche in den beprobten Quellen vorhanden war.

In Wien befanden sich 2022 ca. 20.000 t Alttextilien im Restmüll und der getrennten Sammlung, wovon 75 % im Restmüll waren [1,2]. Die Charakterisierung zeigte, dass ein Großteil dieser aus nicht-komplexen Bekleidungs- und Haushaltstextilien bestanden, welche einem Faser-zu-Faser-Recycling prinzipiell gut zugänglich wären. Dies trifft vor allem auf Textilien mit nur einem Faserhauptmaterial zu. Aus den Ergebnissen nach Fasermaterial geht hervor, dass ca. 46 % der Textilien mit Etikett dieser Kategorie angehören, ein Großteil hiervon machten Baumwollfasern aus. Unter der Annahme, dass Textilien mit und ohne Etikett eine vergleichbare Zusammensetzung haben, wären ca. 5.000 t/a an reinen Baumwolltextilien in Wien vorhanden. Im Gegensatz hierzu benötigen Textilien mit mehreren unterschiedlichen Faserhauptmaterialien (ca. 8.000 t/a) adäquate Materialtrennschritte, um diese einem Faser-zu-Faser-Recycling zuführen zu können. Für einige Materialmischungen sind diese bereits vorhanden [3,4], es bedarf jedoch weiterer Forschung hierzu, um das Potential vollständig ausschöpfen zu können.

- [1] Bernhardt, A., Brandstätter, C., Broneder, C., Gold, C., Neubauer, C., Oliva, J., Roll, M., Schaffernak, A., Stoifl, B., Tesar, M., Wankmüller-Tista, M., Walter, B., & Weißenbach, T. (2024). Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2024 für das Referenzjahr 2022.
- [2] MA 48 - Magistratsabteilung MA 48 City of Vienna. (2023). Wiener Restmüll- und Altstoffanalysen 2022.
- [3] Boschmeier, E., Archodoulaki, V. M., Schwaighofer, A., Lendl, B., Ipsmiller, W., & Bartl, A. (2023). New separation process for elastane from polyester/elastane and polyamide/elastane textile waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107215>
- [4] Piribauer, B., Bartl, A., & Ipsmiller, W. (2021). Enzymatic textile recycling – best practices and outlook. *Waste Management and Research*, 39(10), 1277–1290. <https://doi.org/10.1177/0734242X211029167>

Verwertungswege für Sauermolke als Nebenprodukt aus der Frischkäseherstellung

Niklas Kargruber¹, Maximilian Larch¹, Thomas Senfter², Thomas Neuner³, Martin Pillei³

¹*Studiengang Bio- und Lebensmitteltechnologie, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich*

²*Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich*

³*Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich*

Sauermolke, ein Nebenprodukt der Frischkäseherstellung, wurde bisher hauptsächlich als Futtermittel in der Tierzucht verwendet. Anders als die Süßmolke, die bei der Käseherstellung anfällt, ist die Weiterverarbeitung von Sauermolke aufgrund ihres geringeren pH-Wertes (pH < 4,6) herausfordernder. Während Süßmolke direkt, zum Beispiel nach Aufbereitung mittels Sprühtrocknung, als Nahrungszusatz in diversen Lebensmitteln verwendet wird, bedarf es bei Sauermolke zusätzlicher Schritte, um aus dem oft als Abfall stigmatisierten Produkt eine lukrative Kreislaufressource in der Käseproduktion zu erzeugen und somit eine effiziente Ressourcennutzung sowie Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.

Aus diesem Grund gibt es bereits seit längerem verschiedene Forschungsprojekte zur Aufwertung der Sauermolke, was mit dem hohen wirtschaftlichen Potenzial aufgrund des großen Anfalls (4 Millionen Tonnen pro Jahr in Deutschland) begründet ist ^[1,3].

Eine Möglichkeit dieser Aufwertung ist die Zugabe von mikrobiell behandelter Molke zur Textur- und Strukturverbesserung von Milcherzeugnissen. Hierbei werden Exopolysaccharide in der Sauermolke gebildet, welche eine verdickende Wirkung auf das Endprodukt haben können. Durch diese Sauermolke könnte in der Milchindustrie auf strukturverbessernde Zusätze wie Johannisbrotkernmehl oder Stärke verzichtet werden, was die Produktion vereinfachen und Kosten reduzieren könnte. Ebenso wäre die Zusatzstoffliste kürzer, da Sauermolke ebenso einen Bestandteil der Milch darstellt ^[3].

Eine weitere Möglichkeit ist die Synthese neuer Stoffe durch hydrothermale Verfahren. In einem Versuchsaufbau wurden dabei sphärische Kohlenstoff-Nanopartikel erzeugt. Diese Nanopartikel weisen antimikrobielle Eigenschaften auf, wodurch sie in der Lebensmittelindustrie als Konservierungsstoffe eingesetzt werden könnten. Zudem besitzen sie eine antioxidative Wirkung, wodurch sie vielseitig anwendbar sind ^[2].

Eine gänzlich andere Herangehensweise ist die Veränderung der Frischkäseproduktion, sodass gar keine Sauermolke mehr als Nebenprodukt anfällt, sondern nur Süßmolke. Dadurch wäre eine einfache Weiterverarbeitung von Süßmolke im traditionellen Sinne auch bei Frischkäseprodukten möglich. Dies ist vor allem bei der Planung einer neuen Produktionsanlage für Frischkäse interessant. Die zu beforschenden Fragen bei der Umrüstung einer bestehenden Frischkäseanlage werden im gegenständlichen Beitrag beleuchtet ^[1].

Literatur

[1] PDF: Forschungskreis der Ernährungsindustrie, Projekt AiF 18124 N, Nicht-bittere Frischkäse-Produkte aus Mikrofiltrations-Vollkonzentraten – Sauermolkefreies Processing , Aufgerufen am 20.02.2025 unter: <https://www.feibonn.de/download/aif-18124-n.projekt>

[2] Mahmoud Esmaeili Koutamehr / Mehran Moradi / Hossein Tajik / Rahim Molaei / Maryam Khakbaz Heshmati / Arash Alizadeh, Sour whey-derived carbon dots; synthesis, characterization, antioxidant activity and antimicrobial performance on foodborne pathogens, Aufgerufen am 19.02.2025 unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823005571>

[3] Forschungskreis der Ernährungsindustrie, Projekt 01IF20769N, Exopolysaccharid-funktionalisierte Sauermolke, Aufgerufen am 20.02.2025 unter: <https://www.feibonn.de/download/01if20769n.projekt>

Bestimmung der Trennleistung in Abfallbehandlungsanlagen mittels RFID-Partikeltracking

Karim Khodier

Montanuniversität Leoben/ Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

Die Effizienz von Trennprozessen in mechanischen Abfallbehandlungsanlagen ist ein zentraler Parameter zur Bewertung und Optimierung der Prozessleistung. Herkömmliche Methoden zur Bestimmung der Trennleistung beruhen auf aufwendigen Probenahmen und Sieb- und Sortieranaysen, die trotz des Aufwands beträchtlichen Schwankungsbreiten in den Daten unterliegen. In dieser Arbeit wird ein RFID-basiertes Partikeltracking vorgestellt, das eine innovative und skalierbare Methode zur quantitativen Erfassung der Separationseffizienz bietet.

Die Methode basiert auf der Einbringung von mit passiven Ultra-High-Frequency-RFID-Tags versehenen Testpartikeln in den Materialstrom. Durch entsprechend platzierte RFID-Antennen an den Ein- und Ausgangspunkten eines Trennaggregats – beispielsweise eines Windsichters – können die Bewegungen der markierten Partikel nachverfolgt und ihre Verteilung zwischen den Ausgangsfraktionen erfasst werden. Die resultierenden Daten ermöglichen eine direkte Berechnung der Separationseffizienz, wobei die statistische Unsicherheit mithilfe von binomialen Konfidenzintervallen quantifiziert wird. Dies erlaubt es, belastbare Aussagen über die Leistungsfähigkeit der untersuchten Trennaggregate zu treffen.

Ein besonderer Fokus dieser Arbeit liegt auf der Frage, wie viele Partikel für eine bestimmte statistische Sicherheit markiert werden müssen, um eine vorgegebene Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu erhalten. Die gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, RFID-Technologie als ein Instrument für die effiziente Untersuchung und Optimierung von Prozessen in der Abfallbehandlung zu etablieren.

Diese Methode stellt einen wichtigen Schritt in Richtung einer datenbasierten, digitalisierten Prozesskontrolle dar und unterstützt die Weiterentwicklung mechanischer Abfallbehandlungsverfahren durch abgesichertes Prozesswissen.

Danksagung:

Das COMET-Projekt Recycling and Recovery of Waste for Future – ReWaste F – (882512) wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMAW und Land Steiermark gefördert. COMET wird durch die FFG abgewickelt.

Wie können „Temporary Material Hubs“ die Kreislaufwirtschaft langfristig fördern?

Romana Kopecká¹, Marlies Hrad¹, Marion Huber-Humer¹

¹Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft, BOKU University

Die europäische Kreislaufwirtschaftsquote lag im Jahr 2022 bei 11,5 % (European Environment Agency, 2024). Obwohl diese Quote höher ist als der weltweite Durchschnitt von 7,2 % im Jahr 2023 (Fraser et al., 2024), ist für eine nachhaltige Entwicklung Optimierungsbedarf gegeben und die Abfallwirtschaft als ein wichtiger Bestandteil der Kreislaufwirtschaft kann hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Die europäischen Politiken und Strategien zielen darauf ab, die Menge der wiederverwendeten, recycelten und verwerteten Abfälle zu erhöhen und die Deponierung von Materialien, die sich für Recycling oder Verwertung eignen, bis 2030 zu beenden (European Parliament and the Council, 2024). Es gibt jedoch einige Schwachstellen, wie das Fehlen einer klaren Definition der Recyclingfähigkeit auf europäischer Ebene, was sich nicht förderlich auf die Produkt- und Materialgestaltung und deren Kreislaufführung auswirkt. Darüber hinaus werden Abfälle bzw. Materialien, die derzeit kaum einen Marktwert haben, bevorzugt entsorgt oder energetisch verwertet, obwohl sie bei veränderten Rahmenbedingungen durchaus recycelt werden können.

Das vorgestellte Projekt schlägt ein innovatives Konzept so genannter „Temporary Material Hubs“ vor, die die kontrollierte und zielgerichtete Lagerung von Materialien/Abfällen ermöglichen sollen (über den derzeit rechtlich zulässigen Zeitraum hinaus), um diese in Zukunft bei entsprechend verfügbaren Technologien bzw. Verwertungskapazitäten und geeigneter Marktsituation einem hochwertigen Kreislaufführung zuführen zu können. Zu den Materialien/Abfällen, die von diesem Lagerkonzept profitieren könnten, gehören z.B. ausgediente Rotorblätter von Windkraftanlagen oder gewisse Verbrennungsrückstände (u.a. hinsichtlich Phosphorrückgewinnung). Ergänzt wird dieses Konzept durch „finale Senken“, die als endgültiger Bestimmungsort für nicht verwertbare, kontaminierte oder nicht erwünschte Materialien oder Stoffe dienen.

Grundlegende Informationen über das Prinzip des Konzepts der „Temporary Material Hubs“ und deren Rahmenbedingungen sind bereits in Veröffentlichung (Wissenschaftliches Paper eingereicht). Die weiteren Forschungsaktivitäten fokussieren nun darauf, Abfallfraktions- bzw. Material-angepasste technische Lösungen für etwaige Vorbehandlungsmaßnahmen und die „Lagerung“ zu finden, Risikobewertungen vorzunehmen, sowie die wirtschaftliche Machbarkeit und die rechtlichen Rahmenbedingungen zu definieren.

Referenzen:

- European Environment Agency. (2024). Now is the time to accelerate the shift to a more circular Europe. <https://www.eea.europa.eu/en/newsroom/news/now-is-the-time-to>
- European Parliament and the Council, 2024. Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste.
- Fraser, M., Conde, Á., & Laxmi, H. (2024). *The Circularity Gap Report*. <https://www.circularity-gap.world/2024#download>
- Kopecká R, Hrad M, Huber-Humer M., eingereicht. Temporary Material Hubs to enhance circular economy: A conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*.

Verwertung von Feinfraktionen aus Abfallbehandlungsanlagen: Charakterisierung und thermochemische Behandlung

Thomas Kremlicka¹, Paul Demschar¹, Mostafa Elsadek², Sarah Steiner³, Joscha Kortmann⁴,
Florian Mittermayr², K.P.Sedlazeck¹

¹Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft

²Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

³Technische Universität Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit
angeschlossener TVFA für Festigkeits- und Materialprüfung

⁴RWTH Aachen, IME Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling

Feinfraktionen aus Abfallbehandlungsanlagen stellen eine zentrale Herausforderung für eine optimierte Kreislaufwirtschaft dar, da sie derzeit aufgrund fehlender Verwertungsverfahren deponiert werden. Im Rahmen des FFG-geförderten Projekts MeteoR (Mechanisch-thermochemische Verfahrenskombination für das Recycling von Feinfraktionen aus Abfallbehandlungsanlagen) wurde eine Arbeitsdefinition für diesen Stoffstrom entwickelt. Demnach umfassen Feinfraktionen Materialien, die als definiertes Material aus einem Prozess kontinuierlich in österreichischen Abfallbehandlungsanlagen anfallen, aufgrund ihrer geringen Korngröße bislang keiner weiteren Nutzung zugeführt werden können und für die bisher keine etablierten Recyclingprozesse existieren. In diesem Beitrag wird ausschließlich die Baustoffentwicklung als Verwertungsoption betrachtet.

Die durchgeführten Untersuchungen dieser Fraktionen umfassen eine umfassende chemisch-mineralogische sowie aufbereitungstechnische Charakterisierung. In Abhängigkeit der Zusammensetzung werden gezielte mechanische Aufbereitungsverfahren eingesetzt, um Wertstoffe für eine nachgelagerte Rückgewinnung gezielt aufzukonzentrieren. Nach einer erneuten Charakterisierung der Outputströme folgen thermochemische Behandlungsschritte mit dem Ziel, mineralische Baustoffe zu entwickeln, bei denen primäre Rohstoffe zumindest teilweise durch recycelte Materialien ersetzt werden.

Aktuell werden verschiedene Feinfraktionen hinsichtlich ihrer Verwertungsmöglichkeiten untersucht. Dazu zählen Aufbereitungskonzentrate aus der Behandlung gemischter Siedlungsabfälle, insbesondere Rückstände der Rost- und Bettaschenaufbereitung sowie deponierungspflichtige Fraktionen der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Zusätzlich werden mineralische Feinfraktionen aus einer Tunnelanierung analysiert, darunter Betonbrechrückstände und Filterkuchen aus der Betonwäsche.

Im Rahmen des Projekts wurden fünf systematische Behandlungsschritte definiert, die als unabhängige Versuche durchgeführt werden, um den optimalen Prozess für jede Fraktion zu identifizieren. Eine ökologische Bewertung mittels Life Cycle Analysis soll anschließend die Nachhaltigkeit potenzieller Verwertungswege eruieren. Die vorgesehenen Versuche setzen stets eine feine Mahlung der Abfallstoffe voraus. Anschließend wird das Material mit Zement vermengt,

um Prüfkörper für mechanische, chemische und bautechnische Untersuchungen herzustellen. Die Behandlungsschritte umfassen:

1. Einsatz ohne Modifikation,
2. niedrigthermische Behandlung bei 600 °C,
3. Karbonatisierung,
4. Verwertung als granuliertes Schmelzprodukt aus einer Monofraktion,
5. Verwertung als optimiertes granuliertes Schmelzprodukt aus einer Mischfraktion.

Die thermochemischen Behandlungen erfolgen in Kooperation mit den Projektpartnern. Die TU Graz und die Universität Innsbruck befassen sich mit der Entwicklung geeigneter Baustoffe, während die RWTH Aachen durch Modellierung und experimentelle Untersuchungen die Optimierung von Schmelzprodukten aus an der Montanuniversität Leoben erzeugten Fraktionen erforscht. Durch eine gezielte Kombination verschiedener Reststoffe kann idealerweise eine Zusammensetzung erreicht werden, die dem Hüttensand ähnelt.

Das Projekt liefert neue Erkenntnisse zur stofflichen Verwertung dieser bisher ungenutzten Fraktionen und trägt damit zur Schließung von Stoffkreisläufen im Sinne einer nachhaltigen Abfallwirtschaft bei. Durch die gezielte mechanische und thermochemische Behandlung werden potenzielle Einsatzmöglichkeiten in der Bauindustrie untersucht, wodurch primäre Rohstoffe substituiert und Deponiemengen reduziert werden können. Dies leistet einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung und CO₂-Reduktion.

Vergleich von Analysemethoden für die Quantifizierung von biogenen Aminen in Pilzreststoffen

Maximilian Larch¹, Silvia Kostner², Felix Mittendrein¹, Martin Spruck², Thomas Senfter²

¹Studiengang Bio- und Lebensmitteltechnologie, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Biogene Amine (BA) sind natürlich vorkommende stickstoffhaltige Verbindungen, die in vielen Lebensmitteln und biogenen Reststoffen auftreten. Während einige biogene Amine positive physiologische Effekte haben, können andere in hohen Konzentrationen gesundheitliche Beschwerden wie Kopfschmerzen, Bluthochdruck oder allergische Reaktionen verursachen. Daher ist eine zuverlässige Analytik essenziell für die Lebensmittelsicherheit und Qualitätskontrolle. In dieser Arbeit werden drei etablierte Analysemethoden zur Bestimmung biogener Amine verglichen: die UV/Vis-Spektroskopie, die Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) mit Derivatisierung und die Hochleistungsflüssigchromatographie-Massenspektrometrie (HPLC-MS) ohne Derivatisierung. Jede Methode weist spezifische Vor- und Nachteile auf: Die UV/Vis-Spektroskopie ermöglicht eine schnelle und kostengünstige Analyse, erfordert jedoch eine aufwendige Probenvorbereitung und zeigt geringere Selektivität. Die HPLC mit Derivatisierung verbessert die Empfindlichkeit und Selektivität, bringt jedoch zusätzlichen Zeitaufwand durch die chemische Modifikation mit sich. Die HPLC-MS ohne Derivatisierung bietet die höchste Sensitivität und Spezifität, ist jedoch mit höheren Anschaffungskosten und Datenverarbeitungsaufwand verbunden. Der Methodenvergleich zeigt, dass die Wahl der geeigneten Analysetechnik von der jeweiligen Fragestellung abhängt. Während die UV/Vis-Spektroskopie für schnelle Screening-Analysen geeignet ist, liefern die HPLC-Methoden präzisere und zuverlässigere Ergebnisse, insbesondere in komplexen Probenmatrices.



AUFSTIEG ZUR DIGITALEN ABFALLWIRTSCHAFT

Der Weg zur Nutzung von (Echtzeit-)Sensordaten für eine dynamische Prozesssteuerung in der mechanischen Abfallbehandlung

T. Lasch¹, M. J. Enengel², L. Kandlbauer², R. Sarc²

¹) *Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes*

²) *Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft*

Resultierend aus dem ständig wachsenden Abfallaufkommen und einem Trend zur Wiederverwertung, hat sich die Abfallwirtschaft in den letzten Jahrzehnten von einer reinen Entsorgungsbranche zu einer verarbeitenden Industrie entwickelt. Um die Transformation der Abfallwirtschaft in eine nachhaltige und moderne Kreislaufwirtschaft zu unternehmen, bedarf es digitalen Lösungsansätzen.

In vielen Industriezweigen sind Anlagenkomponenten längst miteinander verbunden und steuern sich gegenseitig, in der mechanischen Abfallwirtschaft hat sich diese Verbindung jedoch noch nicht durchgesetzt. Eine Herausforderung stellt hier das zu prozessierende Material (z.B. gemischter Gewerbeabfall), welches sehr heterogen in Zusammensetzung und Korngröße ist. Nichtsdestotrotz, ergeben sich mit dem Fortschritt der Technik und den steigenden Anforderungen an die Rezyklate zunehmend Möglichkeiten, digitale Ansätze in abfallwirtschaftlich relevanten Anlagen zu ermöglichen. Abfallwirtschaftssysteme bestehen meist aus einer Kombination von Einzelmaschinen, für deren Zusammenspiel Steuerungsmechanismen relevant sind, die anhand von Systemparametern gemessen werden können. Zur zukünftigen dynamischen Steuerung von mechanischen Abfallbehandlungsprozessen, bedarf es einer Vielzahl verschiedener Sensoren, welche Informationen über den Betriebszustand einer Anlage liefern, diese sinnvoll verarbeiten und (in Echtzeit) an die Maschinen weitergeben.

Um die Digitalisierung in der Abfallwirtschaft zu ermöglichen, müssen zunächst Maschinenparameter, welche das Material und dessen Qualität beeinflussen, erkannt und beschrieben werden. Dafür wurden im Zuge dieser Arbeit großtechnische Versuche (im industriellen Maßstab) durchgeführt, um aussagekräftige und belastbare Ergebnisse in Bezug auf das Einsatzmaterial zu erzielen. Eine statistische Versuchsplanung und Durchführung wurde angewandt und als Einsatzmaterial ein Batch generiert, welcher die heterogene Zusammensetzung und Korngrößenverteilung von gemischten Gewerbeabfall darstellen, jedoch den Materialeinfluss möglichst geringhalten soll. Unterschiedliche Maschineneinstellungen (Paddeldrehzahl, Paddelwinkel und Gebläse) eines ballistischen Separators wurden mittels einer Parameterstudie untersucht und deren Einfluss auf das Material identifiziert. Daten aus unterschiedlichen Sensorsystemen (RFID – Radio Frequency Identification, NIR – Nahinfrarotspektroskopie, Volumenstrom und RGB – Farbkameras) und Masse wurden aufgezeichnet und in eine digitale Plattform überführt, um u.a. Ergebnisse in Hinblick auf das Trennverhalten des ballistischen Separators zu erzielen. Dabei wurde die Ausbringung von 2D und 3D Material und die Reinheit von 2D und 3D Material am jeweiligen Austragsband untersucht. Ergebnisse der unterschiedlichen Sensorsysteme wurden gegenübergestellt, wobei bis dato der Fokus auf der Auswertung der NIR- und RFID-Daten lag, vergleichend wurden die Massedaten ausgewertet. Erste Ergebnisse der Datensets aus den unterschiedlichen Sensorsystemen zeigen einen ähnlichen Trend der Einflüsse der Maschinenparameter. Ein Schritt in Richtung dynamische Steuerung wurde somit unternommen, es bedarf noch die Auswahl eines geeigneten Sensorsystems und einer automatischen und raschen Datenverarbeitung und -auswertung, damit Maschinen auf den Materialstrom selbstständig und in Echtzeit reagieren können.

Ethanolgewinnung aus Molke zur Spiritosenherstellung: Potentiale für einen nachhaltigen Beitrag zur Schließung von Stoffkreisläufen

Simon Leitner¹, Thomas Senfter¹, Franz Larch²

¹Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Einhorn Tirol, Alpbach 737, 6236 Alpbach, Österreich

Die Lebensmittelindustrie produziert jährlich große Mengen an Molke als Nebenprodukt der Käse-, Kasein- und Joghurtproduktion. Allein im Jahr 2013 wurden weltweit rund 180 Millionen Tonnen Molke erzeugt, die etwa 8,6 Millionen Tonnen Laktose enthielten. Trotz ihres hohen Nährstoffgehalts wird Molke oft als Abfall betrachtet oder lediglich in der Futtermittelindustrie verwertet. Um dieses ungenutzte Potenzial nachhaltig zu nutzen, untersucht diese Arbeit die Gewinnung von Ethanol aus Molke als Grundlage für die Herstellung von Spirituosen. Das Verfahren basiert auf der Fermentation der in Molke enthaltenen Laktose durch den Hefestamm *Kluyveromyces marxianus*. Die Molke wird zunächst mittels Ultrafiltration aufbereitet, um Proteine zu entfernen und die Laktosekonzentration zu erhöhen. Anschließend erfolgt die gezielte Fermentation unter optimalen Bedingungen, um eine effiziente Umwandlung der Laktose in Ethanol zu gewährleisten. Durch Destillation und Rektifikation wird der Alkoholgehalt weiter erhöht, sodass das Endprodukt als Basis für die Spirituosenherstellung genutzt werden kann. Besonders für die Produktion von Wodka und Gin bietet dieses Verfahren vielversprechende Möglichkeiten. Während Wodka durch Verdünnung des destillierten Ethanols mit Wasser hergestellt wird, erfolgt die Gin-Produktion durch die Aromatisierung mit Botanicals und eine erneute Destillation. Ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung dieser Methode ist der „Black Cow Vodka“, der aus Molke gewonnen wird. Die Nutzung von Molke als Rohstoff für die Ethanolproduktion bietet zahlreiche Vorteile. Zum einen wird die Abfallmenge in der Lebensmittelindustrie reduziert und ein wertvoller Rohstoff sinnvoll verwertet. Zum anderen trägt das Verfahren zur Kreislaufwirtschaft bei, indem es eine nachhaltige und wirtschaftlich rentable Lösung für die Spirituosenherstellung bietet. Durch die Verknüpfung von Lebensmitteltechnologie und Umwelttechnik entstehen innovative Ansätze zur Ressourcenschonung, die sowohl ökonomische als auch ökologische Potenziale ausschöpfen. Diese Arbeit zeigt in einer ersten Betrachtung, dass die Ethanolgewinnung aus Molke eine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Produktionsmethoden darstellen und einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen sowie zur Förderung umweltfreundlicher Produktionsprozesse leisten kann.



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Materialflussbasierte Evaluierung der Kreislaufwirtschaft von Verpackungsabfällen in Österreich

Anna-Maria Lipp, Jakob Lederer

*TU Wien / Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften /
Christian Doppler Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft*

Eine Kreislaufwirtschaft von Verpackungsabfällen erfordert robuste Datensätze und aussagekräftige Bewertungsindikatoren. Der grundlegendste Datensatz dabei sind die Materialflüsse von Verpackungsabfällen. Aus diesem können nicht nur Recyclingquoten, sondern auch weitere, Materialflussbasierte Kreislaufwirtschaftsindikatoren wie die Erfassungs-, Verbrennungs- und Deponierungsquoten berechnet werden. Trotz einer guten Datenlage zu den Materialflüssen von Verpackungsabfällen in Österreich existieren noch Datenlücken, insbesondere im Bereich der mechanischen Sortierung von gemischten Abfallströmen und der Aufbereitung von Bett- und Rostaschen aus der Abfallverbrennung. Das hat etwa zur Folge, dass die Rückgewinnung von Metallen durch mechanische Sortierung und Ascheaufbereitung unterschätzt werden und Potentiale zur Abtrennung weiterer Verpackungsabfälle in Sortier- und Ascheaufbereitungsanlagen unerkannt bleiben. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Füllen dieser Datenlücken, um eine vollständige Materialflussanalyse von Verpackungsabfällen in Österreich modellieren und Kreislaufwirtschaftsindikatoren berechnen zu können.

Dafür wurden zusätzlich zu den offiziellen Abfallstatistiken eigene Datenerhebungen und Probenahmen in Restmüllsplittingsanlagen, mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen durchgeführt. Zudem wurden in Zusammenarbeit mit österreichischen Anlagenbetreibern Umfragen zu Input-, Output- und Verwertungswegen der Materialien durchgeführt. Dies ermöglicht in Kombination eine detaillierte Berechnung der Sortiertiefen von Verpackungsabfällen. Im Bereich der Rückgewinnung von Metallverpackungen aus Bett- und Rostaschen von Abfallverbrennungsanlagen wurden institutseigene Daten herangezogen. Anhand dieser konnten die Materialflüsse für Verpackungsabfälle in Österreich sowie deren Erfassungs-, Recycling-, Verbrennungs- und Deponierungsquoten für das Jahr 2020 berechnet werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass Österreich die EU-Recyclingquotenziele für das Jahr 2025 bei Verpackungen insgesamt (68 %), sowie für die Verpackungsmaterialien Aluminium (61±8 %), Eisen (96 %), Glas (82 %) und Papier, Pappe und Karton (80 %), bereits im Jahr 2020 erreicht hat. Die geringen Recyclingquoten von Kunststoffen (25 %) stellen jedoch noch eine erhebliche Herausforderung für die österreichische Abfallwirtschaft dar. Neben den Recyclingquoten konnten auch die Erfassungs-, Verbrennungs- und Deponierungsquoten für alle Verpackungsmaterialien ermittelt werden. Unsicherheiten bei den Ergebnissen existieren insbesondere für Aluminium, da in der Literatur stark variierenden Oxidationsraten während und nach der Verbrennung dokumentiert sind. Aktuelle Arbeiten im Christian Doppler Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft beschäftigen sich jedoch auch mit diesem Thema, sodass auch diese Datenlücke gefüllt werden wird.

Die Ergebnisse belegen, dass Österreich bei der Kreislaufwirtschaft von Verpackungen besser dasteht, als ursprünglich vermutet. Steigerungen sind im Bereich der Kunststoffverpackungen notwendig, während die Recyclingraten von Papier, Pappe und Karton genau beobachtet werden sollten, da diese in den letzten Jahren gesunken sind. Die vorliegende Materialflussanalyse bietet die entsprechende Datenbasis nicht nur dafür, sondern kann auch als Grundlage für eine weitere Bewertung der Österreichischen Kreislaufwirtschaft, etwa durch Ökobilanzierung oder statistische Entropieanalyse dienen.

NÖ Abfallwirtschaftsplan – Vorhaben und Ziele bis 2030

Johannes Mayerhofer

Amt der NÖ Landesregierung – Abt. Umwelt- u. Energiewirtschaft (RU3)

Der NÖ Abfallwirtschaftsplan 2024 (NÖ-AWP) stellt die Weichen für eine ressourcenschonende und kreislaufbasierte Abfallwirtschaft in Niederösterreich. Nach den Prinzipien „Schützen – Nützen – Gestalten“ verfolgt der Plan klare Ziele und Maßnahmen, die auf Umweltschutz, die effiziente Nutzung von Wertstoffen und die aktive Mitgestaltung einer zukunftsfähigen Kreislaufwirtschaft abzielen. Gemäß § 4 NÖ AWG 1992 ist die Landesregierung verpflichtet, zur Erreichung der Ziele dieses Gesetzes einen Landes-Abfallwirtschaftsplan innerhalb Jahresfrist nach der Veröffentlichung des Bundesabfallwirtschaftsplan fortzuschreiben.



UMWELT SCHÜTZEN

Im Mittelpunkt steht der Schutz von Umwelt und Gesundheit. Maßnahmen zur Abfallvermeidung (AV), wie AV-Konzepte für Gemeinden, die Weiterentwicklung der Sauberhaften Feste, der bewusste Umgang mit Lebensmitteln sowie der Aufbau eines NÖ-weiten ReUse-Netzwerks tragen dazu bei, den Ressourcenverbrauch zu senken. Neben der Förderung von Geschäftsmodellen zur Abfallvermeidung liegt ein besonderes Augenmerk auf der Vernetzung von Modellregionen, um regionale Kreislaufwirtschaft voranzutreiben.



WERTSTOFFE NÜTZEN

Der Plan betont die Bedeutung einer effizienten Kreislaufwirtschaft, in der Abfälle als wertvolle Rohstoffe erkannt und genutzt werden. Unter dem Motto „Dein Abfall- mein Rohstoff“ sollen branchenspezifische Kreislaufwirtschaftskonzepte entwickelt werden. Kaskadische Nutzung biogener Abfälle sowie die Getrenntsammlung von Textilabfällen spielen eine zentrale Rolle in der kommenden Planungsperiode. Durch den stetigen Ausbau der Sammelinfrastruktur sollen Wertstoffe, die derzeit in der Rest- und Sperrmüllbehandlung verloren gehen, nutzbar gemacht werden.



ZUKUNFT GESTALTEN

Eine erfolgreiche Abfallwirtschaft erfordert ein breites Bewusstsein und aktive Beteiligung der Bevölkerung. Die Devise: Trends erkennen und mit Information und Aufklärung entsprechend reagieren. Digitale, KI-basierte und innovative Ansätze sollen helfen, die kommunale Abfallwirtschaft effizienter zu gestalten, die Sammelqualität zu erhöhen und Anstoß zu geben, so manche Konsumgewohnheit zu überdenken.

Der NÖ-AWP 2024 liegt in einer Lang- und Kurzfassung vor und ist abrufbar unter: https://noel.gv.at/noe/Abfall/NOE_Abfallwirtschaftsplan.html



ICEBE
IMAGINEERING
NATURE



Getrennte Sammlung und Rückgewinnung von Aluminium aus Siedlungsabfällen

Simon Mika, Jakob Lederer

CD-Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, TU Wien

Aluminium ist ein häufig verwendetes Metall, was auf seine vielfältigen Eigenschaften wie geringe Dichte, metallische Duktilität, elektrische und thermische Leitfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit sowie Licht- und Gasundurchlässigkeit zurückzuführen ist. Diese Eigenschaften führen zu einer breiten Anwendung in der Bauindustrie, Automobilindustrie, Elektronik und Verpackungsindustrie. Insbesondere letztere erzeugt große Mengen an Post-Consumer-Abfällen aus Aluminium, die in lokale Siedlungsabfallwirtschaftssysteme gelangen. Diese Studie untersucht die Aluminiumflüsse im Siedlungsabfallwirtschaftssystem der Stadt Wien. Die Forschungsfragen lauten:

- Welche Netto-Mengen an Aluminium werden derzeit getrennt gesammelt?
- Welche Netto-Mengen an Aluminium werden derzeit aus den Müllverbrennungsaschen rückgewonnen?
- Welche Netto-Mengen an Aluminium gehen in der Müllverbrennung verloren?
- Welche Netto-Mengen an metallischem Aluminium werden über die Rückstände der Aschenaufbereitung und die Flugaschen deponiert?

Die Ergebnisse zeigen, dass jährlich 1,300 t/a Aluminium getrennt gesammelt werden, während 6,600 t/a über den gemischten Siedlungsabfall und 400 t/a über den Sperrmüll in die Müllverbrennung eingebracht werden. Davon gelangen 490 t/a in die Flugaschen und 6,000 t/a in die Bett- und Rostaschen der Müllverbrennungsanlagen (MVA). Die durchschnittliche Aluminium-Verlust in der MVA beträgt 7%, wobei der Verlust in Rostfeuerungsanlagen höher ist (9%) als in der stationären Wirbelschichtanlage (2%). Aus den Bett- und Rostaschen werden derzeit 4,000 t/a Aluminium rückgewonnen, während 2,000 t/a über die Aschenaufbereitungsrückstände deponiert werden. Dies entspricht 24% gesamten Aluminiumeintrages in das Siedlungsabfallwirtschaftssystem. Insgesamt werden 63% des Aluminiums rückgewonnen, was über dem EU-Recyclingratziel für 2030 liegt, welches für die Mitgliedsstaaten gilt. Somit erfüllt die Stadt Wien schon derzeit ihren Beitrag zur Erreichung dieses Ziels. Insbesondere die Rückstände der Aschenaufbereitung enthalten noch relevante Mengen an Aluminium, die derzeit noch nicht rückgewonnen werden können. Diese Studie liefert wichtige Erkenntnisse über die Effizienz und Herausforderungen der Aluminiumrückgewinnung im städtischen Siedlungsabfallwirtschaftssystem.

Kontakt:

DI Simon Mika

simon.mika@tuwien.ac.at

+43 1 58801 - 166 093

CD Labor für Recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft, TU Wien

Getreidemarkt 9/E166-1, 1060 Wien.

Herausforderungen bei der numerischen Erstbewertung von Sondereinbauten in Zentrifugalabscheidern

Felix Mittendrein¹, Manuel Berger², Barbara Messner², Thomas Senfter²

¹Studiengang Bio- und Lebensmitteltechnologie, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Die Abtrennung von Feststoffpartikeln aus Gasen und Flüssigkeiten ist eine der Grundaufgaben in der Aufbereitungstechnik. In diesem Kontext sind Zyklonabscheider etablierte Apparate und werden in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt.

Für die Auslegung von Zyklonen in der Fest-Flüssig-Trennung existieren einige Auslegungsgrundlagen von bekannten und unbekannteren Akteuren der mechanischen Verfahrenstechnik wie beispielsweise *Svarovsky* [1], *Braun* [2], *Rietema* [3] oder *Bradley* [4] (Auswahl). Alle dieser Ansätze haben gemeinsam, dass sie nur innerhalb bestimmter Grenzen, für bestimmte Geometrieverhältnisse und für bestimmte Betriebsbereiche gelten. Dies wurde beispielsweise von *Kraipech* et al. [5] oder *Chen* et al. [6] gezeigt. Somit führt nach wie vor für besondere Geometrien und Betriebsweisen kein Weg um eine Einzelbetrachtung bei der Zyklonauslegung herum. Noch komplexer wird der Handlungsraum, wenn es sich um Suspensionen im abfallwirtschaftlichen Zusammenhang handelt, wo insbesondere die Rheologie eine zentrale Herausforderung ist.

Insbesondere für eine Erstbewertung von Sondereinbauten im Zyklon, noch vor der Fertigung, werden häufig CFD-Simulationen durchgeführt, um erste Tendenzen bewerten zu können. Im gegenständlichen Beitrag wird eine solche Erstbewertung für eine Einlauf-Beschleunigungsplatte sowie einen Verdrängungskonus im Abscheideraum eines 2-Zoll-Hydrozyklons vorgestellt. In Ansys Fluent wurde zuerst das stationäre Strömungsfeld berechnet. Mit einer nachfolgenden Partikelberechnung konnte der Abscheidegrad bestimmt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass nach wie vor experimentelle Untersuchungen notwendig sind und rein numerische Ansätze oft noch nicht ausreichend Antworten auf die entsprechenden Fragen liefern.

[1] Svarovsky, L., Thew, M.T., *Hydrocyclones: Analysis and Applications*, Vol. 53, Kluwer Academic Publishers, 1992.

[2] Braun, T., *Theoretische und experimentelle Untersuchungen des Einflusses der Feststoffkonzentration und der Partikelgrößenverteilung auf das Trennverhalten von Hydrozyklonen*, Dissertation, Technische Universität Carolo-Wilhelmina Braunschweig, 1988.

[3] Rietema, K. *Performance and design of hydrocyclones*, *Chemical Engineering Science*, Vol. 15, 1961.

[4] Bradley, D., *The Hydrocyclone*, Pergamon Press, 1965.

[5] Kraipech, W., W. Chen, W., Dyakowski, T., Nowakowski, A., *The Performance of the Empirical Models on Industrial Hydrocyclone Design*, *International Journal of Mineral Processing*, 80, 100–115, 2006.

[6] Chen, W., Zydek, N., Parma, F., *Evaluation of Hydrocyclone Models for Practical Applications*, *Chemical Engineering Journal*, 80, 295–303, 2000.

Zunehmende Brandereignisse in Abfallwirtschaft und die Frage: Was kommt nach dem Sturm?

Ines Mostböck¹, Thomas Nigl¹

¹Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben

Aus Sicht des Brandschutzes kommt die Abfall- und Kreislaufwirtschaft in den letzten Jahren nicht zur Ruhe. Die starke Zunahme an Brandereignissen bedroht einerseits unmittelbar das Tagesgeschäft und die Existenzgrundlage der betroffenen Betriebe – Stichworte Infrastrukturverlust und Betriebsunterbrechungsschaden – und wirkt sich andererseits negativ auf die Versicherbarkeit der gesamten Branche aus.

Die Arbeitsgruppe *Future Waste und Abfallwirtschaft* des Lehrstuhls für *Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft* (Montanuniversität Leoben, Österreich) betreibt seit 2016 ein langfristiges Monitoring der Brandereignisse der österreichischen Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Die dabei entstandene und ständig weiterentwickelte umfassende Brandfall-Datenbank ist essentiell für das wissenschaftliche Verständnis der komplexen Zusammenhänge und der dynamischen Entwicklung des Brandverhaltens in der Branche.

Die Brandfall-Datenbank basiert hauptsächlich auf Daten, welche aus öffentlichen Quellen erhoben werden können, wird jedoch zunehmend durch Daten aus anonymisierten betriebsinternen Quellen betroffener Unternehmen ergänzt.

In den letzten Jahren ist der stärkste Treiber in dieser brandgefährlichen Entwicklung die hohe Anzahl an Fehlwürfen von Gerätebatterien. Nicht nur im Rest- bzw. Hausmüll verursachen diese immer öfter Zwischenfälle – allzu oft mit dem Potenzial eines schadensintensiven Großbrandes. Auch andere Abfallfraktionen, wie die Leichtverpackungen (gelber Sack / gelbe Tonne) oder die Metallverpackungen waren in den letzten Jahren stärker von Fehlwürfen der Bürger und Bürgerinnen betroffen.

Das Poster zeigt einerseits die Ergebnisse des langjährigen Monitorings von Brandereignissen, andererseits gibt es Einblick in aktuelle Entwicklungen, die mitunter Grund zur Sorge bereiten.

Die Autoren bedanken sich beim Verband der Österreichischen Entsorgungsbetriebe (VOEB) für die langjährige Zusammenarbeit im Bereich des abfallwirtschaftlichen Brandschutzes.

Aufbereitung von Glas aus MVA-Bettaschen aus der Wirbelschichtfeuerung

Julia Mühl, Jakob Lederer

CD-Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft, Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, TU Wien

Wirbelschichtfeuerungen machen etwa ein Drittel der Abfallverbrennungskapazität in Österreich aus. Bettaschen, die groben Rückstände der Wirbelschichtfeuerung, enthalten neben Metallen und Mineralik auch beträchtliche Mengen an Glas. Das Recyclingpotenzial von Glas in Bettaschen wurde bisher jedoch nur wenig beachtet, obwohl eine Glasrückgewinnung aus Bettaschen technisch möglich und Glasrecycling umwelttechnisch vorteilhaft ist.

Im CD Labor für recyclingbasierte Kreislaufwirtschaft an der TU Wien wurde daher ermittelt, welche Qualität durch zusätzliche Aufbereitung von aus Bettaschen rückgewonnenem Glas erreicht werden kann. Für die Untersuchung wurden Glasfraktionen aus zwei verschiedenen österreichischen Bettaschen verwendet, welche mittels sensorbasierter Abscheidung einer industriellen Ascheaufbereitungsanlage gewonnen wurden. Enthaltene Störstoffe, wie Keramik, Steine, Porzellan (KSP), Metalle oder Bleiglas wurden mittels zusätzlicher sensorbasierter Aufbereitungsschritte abgetrennt. Zwei unterschiedliche Aufbereitungskonstellationen wurden hierbei vergleichend durchgeführt.

Die Glasfraktionen aus der industriellen Aufbereitung der Bettaschen bestehen zu mindestens 85% aus Glas. Im Zuge einer vierstufigen Aufbereitung konnte der Störstoffanteil deutlich von 13% und 8% auf unter 0,1% reduziert werden. Eine Siebung des Materials vor der Aufreinigung kann aufgrund der hohen Materialverluste nicht empfohlen werden, sofern keine Glasrückgewinnung aus den abgesiebten Fraktionen erfolgt. Trotz hoher Abscheideraten von Störstoffen konnten die untersuchten Glasfraktionen die Vorgaben der Verpackungsglasindustrie nicht zuverlässig einhalten. Hierzu ist generell anzumerken, dass die niedrigen Grenzwertvorgaben im Bereich weniger mg/kg an Metallen oder KSP kaum valide ermittelt werden können.

Allgemein konnte festgestellt werden, dass ein sehr großes Glaspotential in den Bettaschen vorliegt. Um dieses im Sinne der Kreislaufwirtschaft nutzen zu können, ist neben moderner, mehrstufiger Aufbereitungstechnik jedoch auch ein geeigneter Verwertungsweg erforderlich. Bestehende Qualitätskriterien in der Verpackungsglasindustrie können voraussichtlich nur durch hohen aufbereitungstechnischen – und somit finanziellen – Aufwand eingehalten werden. Für die tatsächlichen Annahmebedingungen sind Abstimmungen mit der Glasindustrie erforderlich. Alternative Verwertungswege bieten beispielsweise die Schaum- oder Blähglasindustrie.

Eine Verwertung von Glas aus Wirbelschicht-Bettaschen kann außerdem einen relevanten Vorteil der Wirbelschichtfeuerung für Abfälle im Vergleich zur Rostfeuerung, aus welcher derzeit keine Glasrückgewinnung umsetzbar ist, bedeuten.

Fossile wollen wir nur von Dinos – Anwendung der adaptierten Bilanzenmethode auf Ersatzbrennstoffe aus Uganda

Sara Neuburg, Francis Okori, Richard David Lee, Therese Schwarzböck, Helmut Rechberger
Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement, TU Wien

Da die getrennte Sammlung von Abfall in Uganda nicht etabliert ist, landet eine erhebliche Menge nicht kompostierbarer Materialien in den dort, im Rahmen des UN Clean Development Mechanism, errichteten Kompostierungsanlagen. Diese Stoffe werden üblicherweise nach dem letzten Siebschritt in der Umgebung der Anlagen wild abgelagert oder deponiert. Neben einer erheblichen Verschmutzung der Umwelt führt dies auch zum Verlust potenziell nutzbarer Ressourcen. Im Rahmen dieser Studie wurde das stoffliche und energetische Nutzungspotenzial der Siebreste untersucht.

Eine angedachte Möglichkeit ist der Einsatz als Ersatzbrennstoffe (EBS) in Ugandas Zementindustrie. Zurzeit wird dort hauptsächlich Kohle, die aus anderen Ländern importiert werden muss, für die Energiebereitstellung verwendet. Ein Einsatz von EBS würde demnach zu einer Reduktion der Importabhängigkeit sowie einer Einsparung primärer fossiler Energieträger führen. Jedoch sollte auch die Wiederverwendung der recyclingfähigen Materialien in den Siebresten angedacht werden, um die Zirkularität von Ugandas Abfallwirtschaft zu fördern.

In der Studie werden die Siebreste von Kompostierungsanlagen im Detail charakterisiert und darauf aufbauend unterschiedliche Szenarien der Siebresteverwertung ausgearbeitet, die sich aufgrund des Recyclinganteils unterscheiden. Um die Auswirkung auf die CO₂-Emissionen von Zementwerken abzuschätzen, wird der fossile Anteil des Materials bestimmt. Dies erfolgt mittels der adaptierten Bilanzenmethode (aBM), welche an der TU Wien zur Bestimmung des fossilen und biogenen Anteils einer Abfallprobe entwickelt wurde. Bei dieser Methode werden Massenbilanzgleichungen für C, H, N, S und O erstellt. Aufgrund der unterschiedlichen elementaren Zusammensetzung fossiler und biogener Stoffe können darauf basierend der fossile und biogene Anteil und, des Weiteren, die fossilen CO₂-Emissionsfaktoren der EBS bestimmt werden.

In der Studie wird die aBM erstmals auf EBS aus Uganda angewandt und dient dadurch der Verbesserung sowie der Weiterentwicklung der Methode zu einer Standardmethode.

Die Erhebung der Zusammensetzung der Siebreste zeigt, dass sie zum größten Teil aus hochkalorischen Materialien, wie zum Beispiel Kunststoffen und Holz, bestehen, welche als EBS für Ugandas Zementindustrie geeignet wären. Zusätzlich kann ein positiver Einfluss auf die entstehenden fossilen CO₂-Emissionen durch den Einsatz als EBS angenommen werden, da die potenziellen EBS zu 22-40% Materialien biogenen Ursprungs enthalten. Wobei die Anteile mit einer gewissen Unsicherheit verbunden sind, da Textilien zu den mengenmäßig größten Fraktionen der EBS gehören und für deren genaue Zusammensetzung aus Kunst- und Naturfasern noch Erhebungen für den Anwendungsfall in Uganda nötig sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass, je nach Szenario, bis zu 30% der entstehenden fossilen CO₂-Emissionen, verglichen zu Steinkohle, bei der Nutzung von EBS eingespart werden könnten.

Numerische und experimentelle Untersuchungen zur Geometrie von Rührwerken als Beitrag zur Co-Vergärungstechnologie

Thomas Neuner^{1,2}, Wolfgang Rauch², Michael Meister², Samuel Peer³, Thomas Senfter², Martin Pillei⁴

¹Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Arbeitsbereich Umwelttechnik, Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck, Österreich

³Studiengang Mechatronik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

⁴Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Die Co-Vergärung von biologischen Abfällen an bestehenden Abwasserreinigungsanlagen bringt neben den Vorteilen (u.a. erhöhte Biogasproduktion) auch eine Reihe von Nachteilen mit sich. Diese Nachteile sind (Auswahl): Ungewollte Sedimentation von Störstoffen im Faulturm, erhöhter Verschleiß an Anlagenteilen und Veränderungen im Fließverhalten der Schlämme.

Im Zusammenhang mit dem Fließverhalten ändert sich durch die Zugabe des Co-Substrats die Viskosität des Faulschlammes, was sich letztlich auf das Mischverhalten auswirkt. Folglich steht die Frage im Raum, ob Rührwerke, die ursprünglich nur für Faulschlämme aus der Wasserlinie ausgelegt wurden, auch für die Co-Vergärung geeignet sind. Die vom Co-Substrat beeinflusste Durchmischung im Fermenter ist ein entscheidender Faktor für eine effiziente anaerobe Vergärung, da sie die gleichmäßige Verteilung von Substraten, Mikroorganismen und Nährstoffen gewährleistet. Aufgrund des großen Einflusses des Co-Substrats auf die Viskosität sind jedoch spezielle Durchmischungsstrategien erforderlich, die gezielt den Problemen hochviskoser Schlämme entgegenwirken. Diese Probleme umfassen unter anderem die Bildung von Schichtungen (z. B. Schwimmschichten und Sedimentationszonen), eine unzureichende Versorgung der Mikroorganismen mit Substraten, eine reduzierte Biogasausbeute und erhöhte Betriebsprobleme.

In der Regel liegen die Trockensubstanzgehalte in der Nassvergärung bei 3–8 % TS, um eine ausreichende Pump- und Durchmischungsleistung zu gewährleisten. Durch die Zugabe von Co-Substraten kann der TS-Gehalt jedoch auf bis zu 12 % steigen. Untersuchungen haben gezeigt, dass die klassisch eingesetzten Durchmischungsverfahren – insbesondere die mechanische Durchmischung mit Propellerrührwerken – ab einem TS-Gehalt von über 7,4 % als ineffizient für eine homogene Durchmischung einzustufen sind. Aus diesem Grund wurden in den letzten fünf Jahren numerische und experimentelle Untersuchungen hinsichtlich des Einflusses verschiedener Rührwerksgeometrien und deren Betriebsweisen durchgeführt. Die Ergebnisse werden auszugsweise auf dem gegenständlichen Poster gezeigt.

Future Waste Photovoltaik – Der Weg zum gesamtheitlichen Recycling von PV-Modulen

Thomas Nigl¹, Ferozan Azizi¹

¹Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben

Photovoltaik-Module sind derzeit der Inbegriff eines sogenannten Future Wastes: (1) die installierten Mengen steigen seit Jahrzehnten stark an und durchdringen unsere anthropogenen Systeme, (2) es gibt noch keine spezialisierten Verwertungslösungen im industriellen Maßstab, (3) in Forschung und Entwicklung gibt es einige vielversprechende Ansätze zum Recycling und (4) die Mengen im End-of-Life beginnen aber gerade deutlich zu steigen und erhöhen so den Druck, Lösungen zu realisieren.

Der Stand der Technik geht aktuell kaum darüber hinaus, PV-Module in unspezifischen zerkleinerungsbasierten Verfahren zur Flachglasaufbereitung, zu verwerten. Das abfallwirtschaftliche Allheilmittel Schredder wird jedoch weder der technischen Raffinesse einen Multimaterialverbund aufzutrennen noch den zum Teil wertvollen Bestandteilen (z.B. Silber, Silizium) gerecht. Verbesserten nachgeschalteten Aufbereitungsprozessen geschuldet, entstehen zwar kontinuierlich reinere Outputfraktionen, aber nichtsdestotrotz bleibt aus rohstofflicher Sicht viel Potenzial liegen.

Die aktuell erforschten und entwickelten Methoden zur Verbundauftrennung reichen dabei bspw. von thermischen und nasschemischen Verfahren über *Hot Knife* und *Hot Wire*-Verfahren bis hin zu elektrohydraulischen und anderen physikalisch-selektiven Trennverfahren. Nicht zuletzt kommen mit dem Wasserstrahlschneiden und dem Fräsen auch zwei klassische und weit verbreitete Verfahren der Werkstoffbearbeitung zum Einsatz.

Im Forschungsprojekt PVReValue (Ganzheitliches Recycling von PV-Modulen) werden sowohl das Wasserstrahlschneiden als auch das Fräsen als Verbundtrennverfahren für silizium-basierte PV-Module erforscht. Im Vergleich zur aktuell vorherrschenden Zerkleinerung lässt sich so u.a. eine intakte Glasscheibe rückgewinnen. Darüber hinaus ermöglichen die beiden Methoden eine mehrstufige Delamination und eine folgliche Voraufbereitung. In beiden Verfahren stellen aber Module mit Bruchglas eine Herausforderung dar, an der gerade intensiv geforscht wird.

Neben der zentralen Verbundauftrennung forscht das Projektteam an einem ganzheitlichen Ansatz, der auch die weitere komplexe Aufbereitung der gewonnenen Fraktionen, eine Charakterisierung der In- und Outputs und die anschließenden Verwertungsoptionen beinhaltet.

Die Autoren danken den Fördergebern, der Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) und dem Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) und den Projektpartnern Circulyzer GmbH, MGG Polymers GmbH, Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik (OFI), Perndorfer Maschinenbau KG, Peter Seppel Gesellschaft m.b.H., Polymer Competence Center Leoben GmbH, Silicon Austria Labs GmbH, Solar-Ernte Photovoltaik GmbH, Sonnenkraft Energy GmbH und TU Wien.

Verwertung österreichischer Reststoffe in Geopolymer-Baustoffen

Bettina Ratz^{1,2}, Klaus P. Sedlazeck², Amr Hassan^{1,3}, Stefanie Radinger^{1,3}, Florian R. Steindl^{1,3,4}, Sara Raič^{1,3}, Ognjen Rudic^{1,3,4}, Cyrill Grengg^{1,3}

¹Christian Doppler Labor für abfallbasierte Geopolymer-Baustoffe in der CO₂-neutralen Kreislaufwirtschaft (GECCO₂)

²Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Str. 18, A-8700 Leoben

³Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

⁴Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie mit angeschlossener TVFA, TU Graz, Inffeldgasse 24, A-8010 Graz

Mineralische Abfälle stellen mit 76 % des Gesamtabfalls den größten Abfallstrom in Österreich dar, wobei ein erheblicher Anteil nach wie vor deponiert wird. Ein wesentlicher Teil der mineralischen Abfälle wird durch den Bausektor verursacht, der gleichzeitig erheblich zu den CO₂-Emissionen und dem Verbrauch von Primärressourcen beiträgt. Um diese Herausforderungen zu bewältigen und die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft umzusetzen, bietet der Einsatz mineralischer Reststoffe in Geopolymeren eine vielversprechende Alternative. Geopolymere, die auch als alkalisch aktivierte Materialien (AAM) bezeichnet werden, sind anorganische Bindemittel, die durch die Aktivierung von Alumosilikat-Ausgangsstoffen mit einem alkalischen Aktivator hergestellt werden. Durch die Zugabe von Gesteinskörnung entstehen so Baumaterialien, die ähnliche physikalische Eigenschaften aufweisen wie herkömmliche Baustoffe auf Portlandzementbasis. Wenn feste mineralische Reststoffe als Ausgangsstoffe verwendet werden, bieten AAM einen nachhaltigen Weg zur Abfallverwertung und zum ressourceneffizienten Bauen. Daher wurden relevante mineralische Reststoffströme identifiziert und hinsichtlich ihrer Verfügbarkeit und ihres Potenzials als reaktive Komponente für die Entwicklung von AAM bewertet. Die mineralogischen und chemischen Eigenschaften der ausgewählten Reststoffe, z.B. der amorphe Anteil und die Menge reaktiver Phasen, wurden mit Hilfe von Röntgendiffraktometrie (RDA) und Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) charakterisiert, was wesentliche Einblicke in die potenzielle Reaktivität der Materialien für die alkalische Aktivierung liefert. Die tatsächliche Reaktivität der untersuchten Reststoffe als AAM-Komponenten wurde in systematischen Mischungsreihen untersucht. Reststoff-basierte AAM-Leimprüfkörper mit zufriedenstellender Druckfestigkeit (> 25 MPa) nach 7 Tagen konnten erfolgreich hergestellt werden.

Kreislaufwirtschaft in produzierenden Unternehmen: Evaluierung von Aktivitäten

F. C. Rettmann, T. Nigl, S. Rosskogler

Institut für Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben

Die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft gilt als zukunftsweisender Ansatz zur Ressourcenschonung und zur Schließung industrieller Materialkreisläufe. Dennoch bleibt insbesondere die Umsetzung auf Produktebene herausfordernd. Im Zentrum dieser Arbeit steht eine qualitative Analyse des Status quo der Kreislaufwirtschaft in produzierenden Unternehmen verschiedener Branchen in Österreich und Deutschland. Darüber hinaus wird die bestehende Forschungslücke im Bereich der Produktgestaltung adressiert und ein konkreter Ansatz zur Förderung der Kreislauffähigkeit von Produkten vorgestellt.

Im Rahmen von Interviews mit zwölf Expert:innen aus fünf Unternehmen wurde erhoben, in welchem Umfang und mit welchen Strategien sich Organisationen bereits mit Kreislaufwirtschaft auseinandersetzen. Die Ergebnisse lassen sich – passend zu dem diesjährigen Motto der Abfallwirtschaftstagung – in drei zentralen Kategorien gliedern:

Grenzen:

Die Interviewpartner:innen berichten von strukturellen und produktspezifischen Grenzen. Dazu zählen eine geringe Verfügbarkeit von Recyclingmaterial in ausreichender Qualität, fehlende geeignete Sammelsysteme sowie rechtliche Hemmnisse, die eine Produktrücknahme erschweren.

Herausforderungen:

Als besonders herausfordernd werden die hohen Unsicherheiten hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und regulatorischer Rahmenbedingungen wahrgenommen. Hinzu kommen ein erheblicher Ressourcenaufwand in der praktischen Umsetzung, mangelndes Bewusstsein, eine begrenzte Marktakzeptanz zirkulärer Geschäftsmodelle sowie interne Widerstände.

Chancen:

Trotz dieser Barrieren zeigen die Interviews eine wachsende Dynamik. Die Bandbreite der identifizierten Kreislaufwirtschaftsaktivitäten reicht von ersten Refurbished-Pilotprojekten bis hin zur Entwicklung erster serienreifer bio-basierter Produktlösungen. Erste Kooperationen, etwa mit Universitäten, sorgen für eine schrittweise Erforschung weiterer zirkulärer Ansätze.

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde als Lösungsansatz ein praktisch anwendbarer Leitfaden zur Förderung der Produktkreislauffähigkeit entwickelt. Dieser unterstützt Unternehmen dabei, den Ist-Zustand ihrer Produkte zu analysieren, eine Produktvision zu formulieren und aus einem Pool von 95 zirkulären Designstrategien geeignete Maßnahmen sowie Geschäftsmodelle auszuwählen.

Die Untersuchung verdeutlicht zudem, dass der Fortschritt in der Umsetzung von Kreislaufwirtschaft überwiegend noch von Einzelpersonen abhängt. Um einen branchenübergreifenden Austausch zu fördern, wird das Poster interaktiv gestaltet: Alle Teilnehmenden der Tagung sind eingeladen auf vorgesehenen Flächen, ihre persönlichen Grenzen, Herausforderungen sowie Chancen der Kreislaufwirtschaft auf dem Poster festhalten.

Analyse der Umweltauswirkungen von heimischem Obst und Gemüse im Vergleich zu importierter Ware

Anna-Sophia Schlagmann, Nadine Brunnhuber, Gudrun Obersteiner

*Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft (ABFK-BOKU), Universität für Bodenkultur Wien
Österreichischer Branchenverband für Obst und Gemüse (ÖBOG)*

Der Konsum von Obst und Gemüse hat je nach Anbaumethode, Saisonalität und Herkunft unterschiedliche Umweltauswirkungen. Das Ausmaß dieser ist jedoch meist unzureichend bekannt. Die Methode der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA), standardisiert nach ISO 14040, ermöglicht deren Bewertung, um eine bessere Betrachtungsweise zu schaffen. Diese Studie untersucht die Umweltbilanz regionaler und saisonaler Produkte in Österreich sowie Importware, insbesondere die Auswirkungen von Produktion, Lagerung, Transportwegen und Abfällen.

Auf Basis von LCA-Analysen wird die Erzeugung von 1 kg verkaufsfertigem Obst und Gemüse entlang der Wertschöpfungskette (Cradle-to-Gate) bewertet. Primärdaten aus österreichischen Landwirtschaftsbetrieben in Kooperation mit dem Österreichischen Branchenverband Obst und Gemüse (ÖBOG) sowie Sekundärdaten aus wissenschaftlicher Literatur und LCA-Datenbanken dienen als Datengrundlage. Die Wirkungsabschätzung erfolgt nach der Product-Environmental-Footprint-Methode mit Fokus auf Treibhausgasemissionen sowie Wasserverbrauch.

Die Umweltbilanz variiert stark in Abhängigkeit von Anbaumethode, Saisonalität und Transportwegen. Besonders importierte Produkte verursachen oft hohe Emissionen. So weist spanischer Kopfsalat eine doppelt so hohe und somit schlechtere Bilanz auf als österreichischer mit 0,18 kg CO₂ eq/kg. Auch beim Spargel sind durch die Berechnungen große Unterschiede sichtbar: Während österreichischer Spargel mit 1,26 kg CO₂ eq/kg vergleichsweise geringe Emissionen verursacht, steigen diese für per Schiff importierten peruanischen Spargel auf 1,74 kg CO₂ eq/kg, für spanischen auf 2,28 kg CO₂ eq/kg und bei der Analyse für per Flug transportierten peruanischen Spargel auf 9,50 kg CO₂ eq/kg – bedingt durch den Transport sowie Wasserverbrauch.

Entlang der Wertschöpfungskette geht ein erheblicher Anteil der produzierten Lebensmittel verloren – durch Ernteverluste, hohe Marktstandards oder unzureichende Lagerung. Gerade bei Produkten mit hoher Umweltbelastung, wie importiertem Spargel oder energieintensiv angebauten Kulturen, verstärken Verluste den ökologischen Fußabdruck zusätzlich. Nicht normgerechte Produkte verbleiben häufig ungenutzt auf den Feldern. Abfallvermeidungsstrategien wie die Nutzung von „zweite Wahl“-Produkten oder verbesserte Lagerung könnten die Umweltbilanz deutlich verbessern. Zudem kann eine Anrechnung nicht geernteter Lebensmittel bei deren Nutzung als Kompost oder Düngerersatz positive Effekte erzielen und wird bereits in den Berechnungen berücksichtigt.

Diese Studie schafft eine fundierte Datengrundlage für Handlungsempfehlungen zur nachhaltigen Gestaltung des österreichischen Obst- und Gemüsekonsums und hilft dessen Umweltauswirkungen zu bewerten. Zukünftige Analysen sollen weitere Kulturen anhand dieser Methodenentwicklung einbeziehen und untersuchen, wie Saisonalität, Regionalität und Import optimal kombiniert werden können, um den nachhaltigen Konsum gezielt zu fördern und Lebensmittelverluste zu minimieren.

Joghurtbecher im Kreislauf – Herausforderungen

Jessica Schlossnikl¹, Lea Gritsch², Thomas Koch¹, Vasiliki-Maria Archodoulaki¹

¹ *Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, TU Wien, Wien, Österreich*

² *Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik u. technische Biowissenschaften, TU Wien, Wien Österreich*

Die Europäische Kommission verfolgt das Ziel, kreislauffähiger zu werden, und fordert daher das Recycling von Verpackungen [1]. Ein erfolgreiches Beispiel aus dem Kunststoffbereich ist die PET-Flasche. Lebensmittelverpackungen aus Polypropylen (PP), wie Joghurtbecher, lassen sich jedoch bislang nicht in vergleichbarer Weise im Kreislauf führen. Hauptgründe hierfür sind eine bis dato fehlende EFSA Zertifizierung sowie die Herausforderung, ein hochwertiges und einheitliches PP-Rezyklat zu erzeugen.

In dieser Arbeit wurden die mechanischen Eigenschaften verschiedener Becherströme untersucht, diese wurden in Wien gesammelt (aus dem Restmüll und der Leichtverpackungsfraction) und bestanden hauptsächlich aus Joghurtbechern. Dabei kamen Zugversuche, Schlagzugversuche und rheologische Methoden zum Einsatz. Zudem wurde eine Differenzierung nach den eingesetzten Dekorationstechnologien vorgenommen.

Die verschiedenen Dekorationsvarianten beeinflussen die automatische Sortierung unterschiedlich. Zudem zeigt sich durch die werkstoffliche Analyse, dass bereits in einem idealisierten Becherstrom unterschiedliche PP-Typen vorhanden sind, da es sowohl spritzgegossene als auch tiefgezogene Becher gibt. Aktuell sind Karton ummantelte Becher rein tiefgezogen und In-Mold bedruckte Becher ausschließlich spritzgegossen, während bei anderen Varianten eine Mischung beider Herstellungsverfahren vorliegt.

Mechanische Unterschiede zwischen Bechern aus der Leichtverpackungssammlung und dem Restmüll resultieren hauptsächlich aus der unterschiedlichen Zusammensetzung der PP-Typen. Daher ist klar, dass für einen qualitativ hochwertigen Recyclingstrom eine möglichst homogene Materialzusammensetzung erforderlich ist. Allerdings bestätigt eine Konzentrationsreihe mit tiefgezogenen und spritzgegossenen Bechern eine gewisse Toleranz, von bis zu 30 m.-% spritzgegossener Becher für ein hochwertiges Rezyklat.

Eine optimale Kreislaufführung wäre durch die Verwendung einer einheitlichen Polymertypen für alle Bechertypen sowie eine bevorzugte Dekorationsform zu erreichen. Um Kontaminationen durch Druckfarben zu vermeiden, wäre eine Dekoration vorzuziehen, bei der sich die Farben leicht entfernen lassen, beispielsweise durch Kunststoff- oder Papier-Sleeves. Diese dürfen die NIR-Sortierung nicht beeinträchtigen und sollten im Recyclingprozess keine Probleme verursachen.

[1] European Commission (2025). Regulation (EU) 2025/40 of the European Parliament and of the Council of 19 December 2024 on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC (Text with EEA relevance)

siehe auch: Schlossnikl, J., Gritsch, L., Koch, T., & Archodoulaki, V. M. (2025). Design and manufacturing diversity

Technische und wirtschaftliche Analyse der Entwässerung zementhaltiger Suspensionen

Igor Schweigg^{1,2}, Gabriel Neumann¹, Thomas Senfter², Christian Mayerl², Martin Pillei³, Rainer Antretter¹

¹BeMo Tunnelling GmbH, Bernhard-Höfel-Straße 11, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

³Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Ein weit verbreitetes Verfahren im Spezialtiefbau ist das sogenannte Düsenstrahlverfahren (DSV). Bei diesem Verfahren werden zementhaltige Suspensionen unter hohem Druck in den Boden injiziert, um dadurch instabile Untergründe zu verfestigen. Durch den hohen Druck und die großen Injektionsmengen tritt jedoch ein Teil der injizierten Suspension an der Injektionsstelle wieder aus. Damit es zu keiner Ansammlung dieses Rücklaufs in der Baugrube kommt, wird dieser abgepumpt und in einem vorher ausgehobenen Becken zwischengelagert. Während der Zwischenlagerung wird die Suspension im Becken ausgehärtet und anschließend von einem Entsorgungsunternehmen abtransportiert. Dieser Vorgang benötigt jedoch sehr viel Platz, welcher auf vielen Baustellen nicht vorhanden ist und zudem ist die Aushärtung stark witterungsabhängig. Um dies zu umgehen, entstand die Idee, die Suspensionen mit Hilfe eines Vorabscheiders (Rüttelsieb und Hydrozyklon) und einer Kammerfilterpresse zu entwässern, um somit nur den eigentlichen Feststoff in Form des Filterkuchens entsorgen zu müssen. Das abgepresste Wasser kann nach erfolgter Wasseraufbereitung in nahegelegene Oberflächengewässer rückgeführt werden und somit wird eine geschlossene Kreislaufwirtschaft gefördert. Da es sich bei diesem Verfahren jedoch um einen neuen Ansatz des Stoffstrommanagements handelt und daher viele Einflussfaktoren noch unbekannt sind, wurden im Zuge dieser Arbeit an einer Aufbereitungsanlage, über einen Beobachtungszeitraum von einem Monat, die eingehenden und ausgehenden Stoffströme anhand ihres Trockenmassegehaltes und anhand deren Mengen charakterisiert. Dadurch konnte im Mittel eine potenzielle Reduktion des Entsorgungsgewichts von 42 % festgestellt werden. Dieser Wert wurde folglich zur Berechnung der Kosteneinsparung herangezogen und die eingesparten Kosten konnten somit den Mehrkosten gegenübergestellt werden. Daraus zeigte sich, dass die Aufbereitung der Rücklauf suspension nur bei großen Anlieferungsmengen von über 1900 m³ rentabel ist und eine Wirtschaftlichkeit somit nur bei vollständig optimierten Prozessen erzielt werden kann. Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass die Abfallmenge durch dieses Entsorgungsverfahren zwar reduziert werden kann, jedoch ein großer Kosten- und Ressourcenaufwand betrieben werden muss. Somit bleibt es fraglich ob in Bezug auf Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit ein Vorteil gegenüber dem etablierten Entsorgungsverfahren besteht.

Einfluss von Beleuchtung, Hintergrund und Oberflächenbeschaffenheit auf die Farbsortierung von PET-Flaschen

Alena Maria Spies^{1,2}, Dr. Gerald Koinig², Nikolai Kuhn², Dr. Bastian Küppers³, Prof. Dr. Roland Pomberger²

¹ *Institut für Anthropogene Stoffkreisläufe (ANTS), RWTH Aachen University*

² *Lehrstuhl für Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft (AVAW), Montanuniversität Leoben*

³ *STADLER Anlagenbau GmbH, Digital Solutions*

PET (Polyethylenterephthalat) findet aufgrund seiner guten Verarbeitungs- und Materialeigenschaften vielfach Anwendung u.a. im Bereich der Getränkeflaschen [1]. Das Recycling von PET-Getränkeflaschen ist ein etablierter Prozess [2], welcher durch die in der PPWR vorgegebene Mindestzyklatanteile weiter gestärkt werden soll [3]. Um eine möglichst hochwertige Verwertung der PET-Getränkeflaschen zu gewährleisten ist eine Sortierung nach Farben nötig [4]. Innerhalb dieser Studie wurden verschiedene Einflussfaktoren auf die Farbsortierung untersucht.

Für die Untersuchungen wurden zunächst Getränkeflaschen unterschiedlicher Farben und Farbstufen ausgewählt. Pro Flaschentyp wurde eine Flasche angeraut, um den Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit auf die Farberkennung zu testen. Für die Aufnahmen wurden ein Schurrensortierer genutzt. Bei einer Frontbeleuchtung von 100% (Beleuchtung von oben) wurde ein schwarzer Hintergrund mit einer Hintergrundbeleuchtung von 10% verglichen. Zusätzlich wurde der Einfluss einer Abstufung der Hintergrundbeleuchtung bei einer Frontbeleuchtung von 80% quantifiziert. Im Anschluss wurden die mittleren HSV-Werte pro Flasche (Farbwert, Sättigung, Helligkeit) berechnet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Art des Hintergrunds, die Stärke der Hintergrundbeleuchtung und die Oberflächenbeschaffenheit Einfluss auf die mittleren HSV-Farbwerte der Aufnahmen der untersuchten PET-Flaschen haben. Die Ergebnisse können zur Verbesserung der Farbsortierung von PET-Flaschen beitragen.

Danksagung

Diese Forschungsarbeit wurde im Rahmen des Ernst-Mach Stipendiums, weltweit vergeben durch den OEAD ermöglicht.

Kontakt:

Alena Maria Spies, M. Sc.
alena.spies@ants.rwth-aachen.de

Literaturverzeichnis

[1] Kauertz, B.; Detzel, A. (2017) Verwendung und Recycling von PET in Deutschland –Eine Kurzstudie im Auftrag des NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V.

[2] Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (2020) Aufkommen und Verwertung von PET Getränkeflaschen in Deutschland 2019.

[3] Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union (2024) Verordnung (EU) 2025/40 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Dezember 2024 über Verpackungen und Verpackungsabfälle, zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/1020 und der Richtlinie (EU) 2019/904 sowie zur Aufhebung der Richtlinie 94/62/EG.

[4] European PET Bottle Platform (2025) EPBP position for colored bottles.

<https://www.epbp.org/news/8/epbp-position-for-colored-bottles> [Zugriff am: 13. Mrz. 2025].



Staubbekämpfung in der Abfallwirtschaft: Systematische Analyse des Verhaltens von Wasser - Prallplatten

Jonathan Sternberger¹, Artur Eder¹, Manuel Berger², Thomas Senfter², Martin Pillei^{1,3}

¹wpa Beratende Ingenieure Tirol GmbH, Grabenweg 68, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

³Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Staubbekämpfung ist in der Abfallwirtschaft ein zentrales Thema. Hier geht es einerseits um den Schutz der Arbeitnehmer:innen und andererseits um die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten. Beide Handlungsfelder spielen eine zentrale Rolle im Kontext der Abfalllogistik sowie bei Betriebsanlagengenehmigungen. Je nach Anwendungsfall, wie etwa in der Bauwirtschaft im Zuge von Rückbaumaßnahmen, werden Wasserschläuche eingesetzt oder auf den Einsatz halb stationärer Systeme (z.B. zweckentfremdete Schneekanonen) zurückgegriffen.

Bei besonders hohen Staubbeladungen erweist sich der Einsatz von Wassernebeln zur Staubbekämpfung als unzureichend. In solchen Fällen wird der Einsatz von Wasservorhängen erforderlich. Es existiert jedoch keine exakt definierte Abgrenzung eines Wassernebels von einem Wasservorhang, sondern vielmehr ein fließender Übergang. Die Funktionsweise beider Methoden könnte dabei kaum unterschiedlicher sein: Während für die Erzeugung von Wassernebeln in der Regel spezielle Sprühdüsen zum Einsatz kommen, sind für die Erzeugung "richtiger" Wasservorhänge Prallplatten erforderlich. Letztere finden beispielsweise an Güllefässern als sogenannte Breitverteiler Anwendung. Die Literatur liefert keine Richtwerte über das Betriebsverhalten derartiger Prallplatten unter verschiedenen Betriebsbedingungen. Folglich besteht die Notwendigkeit für experimentelle Untersuchungen, um diese Wissenslücke zu füllen und somit eine zielgerichtete Auslegung von Wasser-Prallplatten zu ermöglichen.

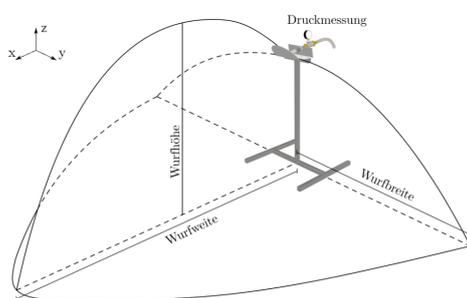


Abb. 1: Aufbau Versuchstand

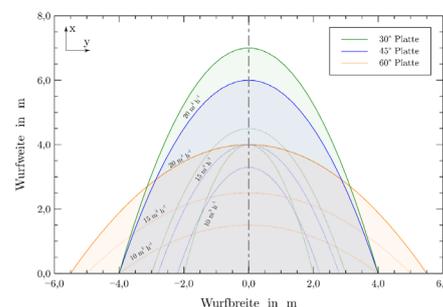


Abb. 2: Auswertung experimenteller Daten

Der gegenständliche Beitrag zeigt die experimentell ermittelten Werte (Wurfhöhe, Wurfweite, Wurfweite) in Abhängigkeit von der Schlitzweite, dem Anstellwinkel und des Wasservolumenstroms. Die optimalen Geometrie- und Betriebsparameter dieser Vorrichtung zur Staubbekämpfung werden im Poster präsentiert und sollen der Abfallwirtschaft bei der Auslegung solcher Apparaturen als Orientierung dienen.

Entwicklung einer Wirbelschicht-Demonstrationsanlage im Labormaßstab als Beitrag zur Wissenschafts- und Nachhaltigkeitskommunikation im Bereich der thermischen Verwertung von Abfällen

Andreas Thöni¹, Tobias Kofler², Christian Mayerl², Samuel Peer¹, Manuel Berger², Thomas Senfter², Martin Pillei^{1,3}

¹Studiengang Mechatronik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

²Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

³Studiengang Industrial Engineering & Management, MCI - Die Unternehmerische Hochschule, Universitätsstraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich

Die thermische Verwertung von Abfällen ist eine unverzichtbare Säule der Abfallwirtschaft. In der öffentlichen Wahrnehmung werden Abfallverbrennungsanlagen jedoch häufig negativ betrachtet, obwohl sie einen wichtigen Beitrag zur Energieversorgung des Landes leisten.

In diesem Zusammenhang zählen Wirbelschicht-Feuerungen zu den zentralen Technologien der thermischen Abfallverwertung. Deshalb existieren an nahezu jeder (technischen) Hochschule Laboranlagen, in denen Studierende und Forschende sich mit den Besonderheiten dieser Technologie auseinandersetzen. Diese Laboranlagen werden meist nur für interne Zwecke, wie Unterricht und Forschung, genutzt.

Das in diesem Poster vorgestellte Projekt umfasst nicht nur den Aufbau eines Versuchsstandes, sondern auch die Bereiche Wissenschafts- und Nachhaltigkeitskommunikation. Ziel des Projekts ist es, einen Versuchsaufbau zur Wirbelschichttechnologie zu entwickeln, die bei Veranstaltungen wie der „Langen Nacht der Forschung“ oder auf Messen eingesetzt werden kann. Dies eröffnet im Vergleich zu rein funktionalen Laboraufbauten deutlich umfassendere Anwendungsprofile: Die Demonstrationsanlage muss interaktiv sein und auf Knopfdruck Hintergrundinformationen – etwa zu Stoff- und Energiekreisläufen – vermitteln können. Eine besondere Herausforderung liegt darin, das negative Image von Verbrennungsanlagen zu verbessern.

Das übergeordnete Ziel des Projekts ist weniger die Vermittlung technischer Details, sondern die Bewusstseinsbildung über die Bedeutung der thermischen Abfallverwertung als Teil der nachhaltigen Energieversorgung. Dies soll über alle Zielgruppen und Bevölkerungsschichten hinweg erfolgen. Damit unterscheidet sich die hier vorgestellte Demonstrationsanlage deutlich von anderen Laboranlagen, die in der Regel nur für interne Zwecke im Hochschulkontext genutzt werden.

Umweltauswirkungen der End-of-Life-Szenarien von PET-rigid Verpackungen in Österreich

Antonia Trentini¹, Hanna Schenk¹, Katrin Detter¹, Werner Frühwirth¹, Bernd Brandt¹, Manuel Pfitzner¹, Viktoria Helene Gabriel¹

Fachbereich Verpackungs- und Ressourcenmanagement, FH Campus Wien, University of Applied Sciences, Vienna, Austria

Abstract:

Mit dem Kreislaufwirtschaftspaket der Europäischen Union soll die vorherrschende lineare Wertschöpfung in ein Kreislaufwirtschaftssystem übergeführt werden. Gemäß dem Vorschlag der Verpackungs- und Verpackungsabfallrichtlinie sollen bis 2030 Recyclingquoten von 55 % der Kunststoffverpackungen erreicht werden, die derzeit in Österreich bei 24,5 % liegen und hauptsächlich durch das Recycling von Polyethylenterephthalat (PET)-Getränkeflaschen bestimmt werden.

In dem Forschungsprojekt "PET2Pack" wurden für die spezifischen Anwendungsfälle PET-Lebensmittelschalen und PET-Non-Food-Flaschen das Abfallaufkommen in der Separatsammlung (Gelber Sack) sowie die Umweltauswirkungen der derzeitigen End-of-Life-Szenarien auf der Ebene der Sortier- und Recyclingprozesse untersucht. Dabei wurde erhoben, welche Umweltauswirkungen das Recycling starrer PET-Verpackungen in geschlossenen Kreisläufen im Vergleich zur Primärproduktion hat.

Hierfür wurden Massenbilanzen und Prozessflussdiagramme erstellt, die österreichische Sortier- und Recyclinganlagen abbilden. Für die einzelnen Prozesse wurden in Zusammenarbeit mit Anlagenbetreibern Massenflüsse des Input- und Outputmaterials, Transferkoeffizienten und Energieverbräuche erhoben bzw. berechnet. Die jeweiligen Treibhauspotenziale (in kg CO₂-Äquivalente) und weitere Wirkungskategorien wurden mit der Methode der Ökobilanzierung (ISO 14040/14044; midpoint; EF 3.1) und mit Hilfe von Szenariotechniken verglichen.

Die quantitative Bewertung des Status Quo und der angepassten End-of-Life-Szenarien ermöglichen den Vergleich der Umweltauswirkungen, die mit der Herstellung von sekundärem PET-Granulat für Lebensmittelschalen und Non-Food-Flaschen vs. primärem Granulat verbunden sind. Dabei wurden die jeweiligen Treibhauspotenziale in kg CO₂-Äquivalente und weitere Wirkungskategorien berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass rezykliertes PET im Vergleich zu Neuware ein Reduktionspotenzial von bis zu 66 % in Bezug auf die Klimawirksamkeit aufweist.

BitKOIN: A Circular Approach to Mineral Wool Waste Management

Alena Vydrenkova, Klaus Philipp Sedlazeck

Montanuniversität Leoben

The widespread use of mineral wool as an insulation material has led to a significant rise in waste generation, both from manufacturing processes and the demolition or renovation of aging buildings. With Austria set to ban landfilling of mineral wool waste by 2027, there is an urgent need to develop effective recycling strategies. However, no commercially viable solution for demolition mineral wool waste is currently available, making this a pressing challenge for sustainable waste management. Moreover, concerns regarding environmental and health risks further highlight the need for an alternative approach.

Simultaneously, the cement industry remains one of the largest contributors to global CO₂ emissions, with clinker production being the most energy-intensive and carbon-intensive stage of the process. Traditionally, ground granulated blast furnace slag (GGBFS) has been used as a partial clinker substitute to reduce emissions. However, as the steel industry shifts towards decarbonized production methods such as direct reduced iron (DRI) and electric arc furnace (EAF) technologies, the availability of GGBFS is expected to decline. This transition underscores the need for alternative, sustainable binder materials.

The BitKOIN project aims to address both challenges simultaneously by investigating the potential of mineral wool waste as a resource for cement production. Through thermochemical conversion in combination with other waste materials, this research explores the feasibility of developing an active binder material. The project is led by Montanuniversität Leoben and conducted in collaboration with TU Graz, Rohrdorfer Umwelttechnik, Holcim, Saint-Gobain Austria, and PORR Umwelttechnik.

A core focus of the research involves assessing the availability and composition of mineral wool waste through comprehensive material characterization studies. Concurrently, a mechanical sorting and pre-treatment process is being developed to prepare the material for thermochemical processing. To validate the project's outcomes, building material tests will be conducted to evaluate the material's reactivity, hydration and chemical resistance. The final phase of the project includes a Life Cycle Assessment (LCA) to quantify the environmental impact of this recycling approach. By comparing its sustainability to conventional waste disposal and clinker production, the LCA will evaluate its contribution to circular economy principles and industrial decarbonization.

The BitKOIN project presents an innovative strategy to reduce reliance on traditional raw materials while lowering CO₂ emissions by addressing the dual challenges of mineral wool waste management and sustainable cement production. This research aligns with global efforts to promote circular economy principles and industrial sustainability, offering a potential pathway toward more resilient and environmentally responsible construction practices.

Retrofitting - Konzeptionierung der Störstoffausschleusung in einer Abfallaufbereitungsanlage

Wallner, Stefan / Ropin, Helmut / Dietel, Stefan / Maier, Josef / Aigner, Michael / Ritter, Mario / Hanusch, Sabine

FH Joanneum – Industrial Management / Mayer-Recycling GmbH / Müllex Umwelt Säuberung GmbH

In Abfallaufbereitungsanlagen kommt es aufgrund von Störstoffen täglich zu Anlagenstillständen. Diese Stoffe sind durch ihre Größe und Robustheit gegenüber mechanischer Zerkleinerung nicht von einem Schredder verarbeitbar und blockieren diesen bzw. zerstören die Messer der Anlage. Mittels Sensorik ist es möglich, einen Teil dieser Störstoffe zu detektieren, allerdings stellt die Ausschleusung dieser eine große Herausforderung dar.

Diese Problemstellung wurde im Rahmen des FFG Projektes ReWaste F von einem Team der FH Joanneum aufgegriffen. Es wurden Konzepte für eine effektive Störstoffausschleusung aus Abfallaufbereitungsanlagen, welche als Retrofitlösung in die Anlagen nachträglich integriert werden können, entwickelt. Um die Gegebenheiten realer Anlagen miteinzubinden, begleiteten die Firma Mayer Recycling GmbH und Müllex Umwelt Säuberung GmbH das Vorhaben und stellten ihre Abfallaufbereitungsanlagen mit zweistufiger Zerkleinerung als Referenz zur Verfügung. Durch eine Systemanalyse wurden in einem ersten Schritt die möglichen Positionen für eine Störstoffausschleusung an den Anlagen ermittelt. Danach wurden, basierend auf einer umfassenden Untersuchung, verschiedene Lösungskonzepte für die Ausschleusung an den definierten Stellen entwickelt. Die Lösungsvarianten wurden von den Experten der Unternehmenspartnern begutachtet, bewertet und abschließend ausgewählt. Anschließend erfolgte die detaillierte Ausarbeitung des jeweils favorisierten Konzeptes.

Das Konzept der Integration eines Fallschachtes bei dem Stoffstromübergang von einem Steigförderband auf das Zufuhrband des Feinschredders wurde von der Mayer Recycling GmbH als Ideallösung festgelegt. Bei einer Störstofferkennung stoppt das Zufuhrband und reversiert. Der Stoffstrom wird somit in einen Container umgeleitet. Nach dem Ausschleusen wird die Förderrichtung wieder umgestellt und der Feinschredder beschickt.

Bei der Müllex Umwelt Säuberung GmbH wurde eine Ausschleusung vom Förderband, auf welches der Stoffstrom über einen Fallschacht des Windsichters gelangt, gewählt. Auch hier wird bei einer Störstoffdetektion das Förderband gestoppt und reversiert. Durch das Öffnen einer nachjustierten Klappe am Beginn des Förderbandes gelangt der Stoffstrom über ein Fallrohr in einen Container. Wenn der Störstoff ausgeschleust ist, wird die Laufrichtung des Förderbandes wieder umgestellt und die Klappe geschlossen.

Der Vorteil dieser Konzepte ist der geringe Wartungsaufwand, der minimale Eingriff in die bestehende Anlage, sowie die einfache Umsetzung. Weiters kann der Inhalt des Sammelcontainers wieder am Prozessbeginn aufgegeben werden, wodurch kein Abfall verschwendet wird. Zusätzlich entsteht durch die Automatisierung der Lösung kein Mehraufwand für den Mitarbeiter, welcher durch weniger Anlagenstörungen sogar entlastet wird.

Es wurde erkannt, dass zur Begrenzung der auszuschleusenden Stoffmenge die Ausschleusung unmittelbar nach der Detektion sinnvoll ist und die Gesamtanlageneffizienz damit erhöht werden kann.



zukunfft
SEIT 1909
denken



Welches Poster ist IHR Favorit?
Voten Sie mit!

slido

Beitreten über
slido.com
#poster25

