

WIFO

1030 WIEN, ARSENAL, OBJEKT 20
TEL 798 26 01 • FAX 798 93 86

 **ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG**

**Beschäftigungseffekte
abfallwirtschaftlicher Modelle
der Restmüllbehandlung**

Ina Meyer, Mark Sommer

Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl

Mai 2019

Beschäftigungseffekte abfallwirtschaftlicher Modelle der Restmüllbehandlung

Ina Meyer, Mark Sommer

Mai 2019

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Im Auftrag der Montanuniversität Leoben

Begutachtung: Gerhard Streicher • Wissenschaftliche Assistenz: Katharina Köberl

Inhalt

In der Abfall- und Ressourcenwirtschaft werden Abfälle zu wiederverwendbaren und verkaufsfähigen Stoffen aufbereitet. Diese können als Sekundärrohstoffe stofflich genutzt oder als Ersatzbrennstoffe energetisch verwertet werden. Durch europarechtliche Vorgaben (z. B. Kreislaufwirtschaftspakt) kommt der Abfallwirtschaft eine zunehmende gesellschaftspolitische Bedeutung zu, die eine Steigerung von Qualität und Quantität der Verwertung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen vorsieht und potentiell einen volkswirtschaftlichen Mehrwert generiert. Die Studie quantifiziert indirekte und induzierte Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte unterschiedlicher Modelle der Restmüllbehandlung anhand eines makroökonomischen Modells der österreichischen Wirtschaft (WIFO.DYNK) auf Basis direkter Arbeitsplatzeffekte, die in der Studie von Altendorfer (2018) für Österreich modellspezifisch berechnet wurden. Im Ergebnis zeigen sich durchweg positive Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte. Der Arbeitskräftebedarf fällt umso höher aus, je komplexer die abfallwirtschaftliche Behandlung der Restmüllfraktionen erfolgt.

Rückfragen: ina.meyer@wifo.ac.at, mark.sommer@wifo.ac.at, katharina.koeberl@wifo.ac.at

2019/107-1/S/WIFO-Projektnummer: 15418

© 2019 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 • Fax (+43 1) 798 93 86 • <https://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 30 € • Kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61774>

1. Einleitung

Die Entsorgung von Abfällen gehört zu den Grundpflichten der Abfallerzeuger und Abfallverursacher. Im Bereich der Siedlungsabfälle ist die Abfallentsorgung eine öffentlich-rechtliche Aufgabe der Daseinsvorsorge, die wichtige gesamtgesellschaftliche Funktionen der Entsorgungssicherheit, Flächendeckung, Leistbarkeit, Arbeitsplatzqualität, Kontrolle und Information erfüllt (Kraemer et al. 2017; ARGE 2014; Fischer et al. 2013). Neben den kommunalen Entsorgungsträgern hat sich ein prosperierender Wirtschaftszweig aus privaten Unternehmen entwickelt, die unter wettbewerblichen Bedingungen Dienstleistungen zur Beseitigung und Verwertung von Abfällen erbringen. Im Jahr 2018 erzielte die Abfallwirtschaft als Teilbereich des produzierenden Gewerbes (ÖNACE 38) einen Beschäftigungsstand von 13.094 Personen (WKO 2019). Die Abfallbranche ist damit für Österreich wirtschaftlich weitaus bedeutender als der Bergbau (ÖNACE 08) mit ca. 4.701 Beschäftigten (WKO 2019). Der Bereich der kommunalen Abfallwirtschaft zählt in etwa 6.000 Beschäftigte (Altendorfer et al. 2019).

Die derzeitige Situation in der Abfallwirtschaft ist durch global wirksame Trends gekennzeichnet, die die Abfallmengen lokal und global steigen lassen: Globale Wertschöpfungsketten und Prozesse der Produktion, weltweit verbreitete und sich verbreitende Konsummuster, schnelle Entwicklung von Produkten, d.h. hohe Innovationszyklen und eine kurze Nutzungsdauer von Produkten, neue Materialien und Verbundstoffe, Distributionsysteme mit geringem Personaleinsatz und wachsendem Versandanteil, sowie veränderte Konsumgewohnheiten mit der Zunahme an Einmal- und Einwegprodukten (Bidlingmaier 2017). Die Abfallmengen sind in der Regel mit dem Einkommensniveau und den Urbanisierungsgraden korreliert und steigen damit weltweit, insbesondere in Schwellen- und Entwicklungsländern.

Vor dem Hintergrund stetig wachsender Abfallmengen und potentiell negativer Umweltauswirkungen sowie neuer europarechtlicher Vorgaben wie dem EU Kreislaufwirtschaftspakt¹ kommt der Abfall- und Ressourcenwirtschaft eine wachsende wirtschafts- und gesellschaftspolitische Bedeutung zu. Im Fokus stehen eine Steigerung von Qualität und Quantität der Verwertung von Siedlungs- und Gewerbeabfällen, um die Ablagerung von Abfällen in der Umwelt zu minimieren und wertvolle Ressourcen für Wertschöpfungsprozesse zu erhalten, sei es für die stoffliche oder energetische Nutzung.

Kreislaufwirtschaft bedeutet prinzipiell, das Abfallaufkommen auf ein Minimum zu reduzieren und unvermeidbare Abfälle als Ressourcen bzw. Wertstoffe zu behandeln. Geeignete kreislauforientierte Geschäftsmodelle wie Wiederverwendung (Re-Use) und Reparatur, Aufarbeitung und Recycling ermöglichen, dass Abfälle dem Wirtschaftskreislauf als Wertstoffe

¹ Das im April 2018 verabschiedete neue Kreislaufwirtschaftspaket legt neue rechtverbindliche Ziele für das Abfallrecycling von Haushaltsabfällen und die Verringerung der Deponierung fest. Demnach müssen bis 2025 mindestens 55 Prozent der Siedlungsabfälle in der EU recycelt werden. Diese EU-weite Zielvorgabe wird bis 2030 auf 60 Prozent und bis 2035 auf 65 Prozent angehoben. Separate Ziele für das Recycling von Verpackungen sind 65 Prozent ab 2025 sowie 70 Prozent ab 2030 und nach Stoffgruppe (Papier und Pappe, Kunststoffe, Glas, Metall und Holz) differenziert. Die EU-rechtlichen Änderungen sind bis spätestens Juli 2020 in nationales Recht umzusetzen.

(physisch und wertmäßig) erhalten bleiben, statt deponiert oder thermisch verwertet und damit den Wertschöpfungsketten entzogen zu werden (OECD 2017). Eine hochentwickelte und spezialisierte Abfall- und Ressourcenwirtschaft ist damit ein zentrales Element einer Kreislaufwirtschaft, und zwar so lange, wie unvermeidbare Abfallströme zu bewältigen sind. Die Effektivität einer kreislauforientierten Abfall- und Ressourcenwirtschaft kann durch Maßnahmen im Öko-Design² von Produkten wesentlich beeinflusst werden.

Gesellschaftliche Funktionen einer kreislauforientierten Abfallwirtschaft sind:

- Regionale Wirtschaftsentwicklung,
- Wachstum und Beschäftigung
- Umweltschutz, Energie- und Emissionseinsparung, verringerter Flächenverbrauch,
- Versorgungssicherheit durch Primärrohstoffsubstitution und Sekundärrohstoffproduktion,
- Wettbewerbsfähigkeit und Innovation.

In der Literatur besteht Konsens darüber, dass die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft positive wirtschaftliche Effekte generiert, etwa durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen. So wurden die volkswirtschaftlichen Effekte des Recyclings traditioneller Stoffgruppen (Eisen und Stahl, Aluminium, Papier und Glas) einschließlich Primärrohstoffsubstitution für Österreich auf ca. 0,52% des BIP oder 1,7 Mrd. € (2014) geschätzt. Damit einhergehend konnten global Treibhausgasreduktionen in Höhe von ca. 7,9 Mio. t CO₂äq³ eingespart werden (Meyer et al. 2016, Meyer – Sommer 2018). Nach Berechnungen der Ellen MacArthur Foundation könne in der EU die Substitution von Primärrohstoffen bis 2030 die Netto-Ressourcenausgaben um jährlich ca. 600 Milliarden € senken, was unter Berücksichtigung von Multiplikatoreffekten zu einem Gesamtnutzen von ca. 1,8 Billionen € pro Jahr führe (EMA 2015). Die Umsetzung der Ziele für die Kreislaufwirtschaft bis 2030 könne lt. Europäischer Kommission die Schaffung von 170.000 direkten Arbeitsplätzen in der europäischen Abfallwirtschaft bewirken (Europäische Kommission 2015). Aus abfallwirtschaftlicher Sicht basieren diese Berechnungen z.T. jedoch auf veralteten Angaben zum Arbeitskräftebedarf für einzelne Abfallbehandlungsschritte, oder die Herkunft der Daten ist aufgrund der hohen Aggregation nicht nachvollziehbar (Altendorfer et al. 2019). Darüber hinaus fehlten für Österreich bislang Daten zu den möglichen Beschäftigungspotentialen einer Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft im Sinne einer Kreislaufwirtschaft. Die Forschungsarbeit von Altendorfer (2018) ging somit der Frage nach, wie hoch der Beschäftigungsbedarf in unterschiedlichen Modellen der Restmüllbehandlung für Österreich sein könnte. Diese „bottom-up“ Datenerhebung wurde als Grundlage für die vorliegende Analyse der indirekten und induzierten Effekte unterschiedlicher Modelle der Restmüllbehandlung für Österreich verwendet.

² Hierzu zählen etwa die Soll-Lebensdauer von Produkten, der Anteil an Sekundärrohstoffen und Mehrwegkomponenten sowie die Recyclingfähigkeit von Produkten.

³ Unter Berücksichtigung des kumulierten Energieaufwandes der gesamten Vorleistungskette einschließlich der überwiegend im Ausland stattfindenden energieintensiven Gewinnung und Weiterverarbeitung von Rohstoffen. Der Bergbau ist für ca. 7 % des weltweiten, meist fossilen Energieverbrauchs verantwortlich (2014, IEA Energy Statistics).

2. Ziel und Inhalt der Studie

Ziel der Studie war die quantitative Analyse potentieller indirekter und induzierter Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte unterschiedlicher, typologischer abfallwirtschaftlicher Modelle der Restmüllbehandlung für Österreich. Die Analyse erfolgte für vier Modelle der Restmüllbehandlung mit teilweise weiteren Ausdifferenzierungen. Für diese Modelle wurden in der Studie von Altendorfer (2018) und Altendorfer et al. (2019) die direkten Arbeitsplatzeffekte u.a. auf Basis von Expertengesprächen quantifiziert. Diese wurden als Dateninput für die vorliegende Analyse verwendet. Die Untersuchung ging von der Hypothese aus, dass der Bedarf an Arbeitskräften mit einer zunehmenden Differenzierung der Sammlungs- und Behandlungsregime für Restmüll steigt und demzufolge auch die indirekten und induzierten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für komplexe Abfallwirtschaftsmodelle höher ausfallen würden als für einfache Systeme. Der Qualifizierungsgrad der potentiell entstehenden Arbeitsplätze war nicht Gegenstand der vorliegenden Analyse.

Für die vergleichende Analyse wurden vier vereinfachte Abfallwirtschaftsmodelle definiert (Altendorfer 2018, Altendorfer et al. 2019) und der Modellanalyse zugrunde gelegt. Beginnend bei der Sammlung durchlaufen die betrachteten normierten 100.000 t Abfall die einzelnen Modelle, bis der verbleibende Abfall auf der Deponie landet oder als Sekundärrohstoff wieder aus dem Abfallregime ausgeschleust wird.

Kapitel 3 beschreibt die Dateninputs für die Modellierung der volkswirtschaftlichen Effekte sowie das verwendete makro-ökonomische Modell WIFO.DYNK (Dynamik New Keynesian). Kapitel 4 stellt die berechneten volkswirtschaftlichen Effekte für die unterschiedlichen Abfallwirtschaftsmodelle dar ebenso wie die damit verbundenen Energieverbräuche. In Kapitel 5 werden Schlussfolgerungen der Analyse gezogen.

3. Daten und Modelle

Im Folgenden werden zunächst die betrachteten und typologisierten Abfallwirtschaftsmodelle der Restmüllbehandlung überblicksartig dargestellt. In den Modellen 1 bis 3 wird der gesamte Restabfall direkt an die verschiedenen Behandlungsanlagen verteilt. Nur in Model 4 gelangen Teile aus dem Restabfall durch Trennung beim Abfallerzeuger in die Altstoffsammlung.

- **Modell 1 - Ungeordnete Deponierung:**
In diesem Modell landet das gesamte Restmüllaufkommen unbehandelt in einer naheliegenden Hausmülldeponie. Eine Ablagerung des Abfalls ohne Vorbehandlung ist in Österreich seit der Deponieverordnung 2004 nicht mehr zulässig, wird aber in vielen europäischen Ländern wie Tschechien, Bulgarien oder Rumänien z.T. noch immer so gehandhabt und damit einer Betrachtung unterzogen.
- **Modell 2 - Reine Abfallverbrennung:**
Der gesamte Restabfall landet in einer Abfallverbrennungsanlage mit Rostfeuerung. Die Rückstände der Verbrennung gelangen auf eine Reststoffdeponie. In den Verbrennungsrückständen befindet sich noch ein geringer Anteil an Metallen. Diese werden von der Deponiefraktion getrennt und recycelt.
- **Modell 3 - Mechanisch-Biologische Behandlung:**
Der Restmüll landet in einer Mechanisch-Biologischen Behandlungsanlage (MBA). Je nach Anlagentyp werden unterschiedliche Mengen an heizwertreicher Fraktion und Deponiefraktion erzeugt. Das Modell 3 ist in 4 Untermodelle gegliedert. Drei der Untermodelle bedienen sich derselben MBA; der Output wird jedoch auf unterschiedliche Weise verwertet. Das 4. Untermodell zeigt eine Mechanisch-Biologische Behandlung mit Trockenstabilisierung, die versucht, einen möglichst hohen Anteil an energetisch verwertbaren Fraktionen zu erzeugen.
 - 3.1: MBA + Verbrennung
 - 3.2: MBA + Verbrennung + Zementwerk
 - 3.3: MBA + Zementwerk
 - 3.4: MBA + Trockenstabilisierung + Verbrennung + Zementwerk
- **Modell 4 – Verbesserte getrennte Sammlung:**
Hier wird eine verbesserte Trennleistung von Restmüll bei den Haushalten unterstellt. In zwei Untermodellen wird die Aufteilung in einzelne Altstoffströme anhand realistischer Szenarien dargestellt.
 - 4.a: Verbesserte getrennte Sammlung nach Benchmark-Studie (Brunner et al. 2015)
 - 4.b: Verbesserte getrennte Sammlung nach Best-Practice VorarlbergDurch die Betrachtung von 6 Materialströmen (Biogene Abfälle, Sonstiges, Leichtverpackungen, Papier und Karton, Glas, Metalle) besitzt dieses Modell die größte Komplexität.

3.1 Dateninput für die volkswirtschaftliche Modellierung

Für eine empirische Abschätzung potenzieller indirekter und induzierter Effekte unterschiedlicher Verwertungs- und Behandlungsmethoden einer 100.000 t umfassenden Restmüllfraktion wurden direkte Effekte an Anlagen und/oder Deponien als Eingangsdaten entsprechend der 4 genannten Abfallwirtschaftsmodelle definiert (Tabelle 1). Hierbei handelt es sich um die Anzahl der direkten Beschäftigung in Anlagen oder Deponien, um Investitionskosten und laufende Anlagen- und Instandhaltungskosten wie etwa Personalkosten oder Kosten für Lkw-Transporte.

Tabelle 1: Inputdaten für die Modellierung: Direkte Beschäftigung, Sammelkosten (Transport) und Anlagenkosten bzw. -einnahmen, pro 100.000 t Restmüll

		M1	M2	M3.1	M3.2	M3.3	M3.4	M4.a	M4.b
Beschäftigte	in Personen	95	121	144	146	139	155	174	181
Investitionskosten	in €/Jahr	7.833.333	4.671.656	7.877.823	7.751.307	6.731.787	8.284.047	6.449.795	5.934.255
Fahrzeuge		333.333	352.323	381.406	381.640	382.120	388.630	385.748	387.021
Anlagen		7.500.000	4.319.333	7.496.417	7.369.667	6.349.667	7.895.417	6.064.046	5.547.234
Laufende Kosten		4.982.379	5.249.366	7.356.590	7.452.736	5.351.250	6.702.403	8.825.382	9.164.791
Sonstige*		1.000.000	6.355.000	6.795.600	6.731.250	5.439.250	7.831.000	6.115.263	5.832.338
Treibstoff		20.625	22.061	24.826	25.647	25.775	26.846	25.572	25.517
Strom		-	5.200	506.500	584.500	584.500	86.500	458.294	410.813
Personal		3.961.754	5.065.605	6.168.289	6.293.839	6.024.225	6.723.682	7.443.763	7.744.853
Wärme (Verkauf)		-	- 6.000.000	- 5.890.500	- 5.934.375	- 6.474.375	- 7.717.500	- 4.528.405	- 3.989.358
Material** (Verkauf)		-	- 198.500	- 248.125	- 248.125	- 248.125	- 248.125	- 689.105	- 859.371

Q: Altendorfer (2018), Altendorfer et al 2019, Prof. Pomberger, Institut für Abfallverwertungstechnik & Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben, WIFO Berechnungen, *laufende Anlagen- und Instandhaltungskosten, **Metalle, Altpapier, Granulat, Glasscherben oder Kompost.

3.2 Das makroökonomische Modell WIFO.DYNK

Für die Modellierung der Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte unterschiedlicher abfallwirtschaftlicher Systeme wurde das dynamische makroökonomische Ein-Region und Multi-Sektor Modell WIFO.DYNK adaptiert und verwendet. Es basiert auf den Aufkommens- und Verwendungstabellen der Statistik Austria. Es beinhaltet die Verflechtung von 62 Industrie- und Dienstleistungsbranchen sowie der Endnachfrage. Im Gegensatz zu statischen Input-Output Modellen kann WIFO.DYNK technologie- und preisgetriebene Veränderungen in den wichtigsten Inputfaktoren für die Industriebranchen berücksichtigen: Kapital (K), Arbeit (L), Energie (E), sowie heimische (M^d) und importierte Güter (M^m). Zudem sind die Energieinputs (E) an die energetische Endnachfrage der Gesamtenergiebilanz (Statistik Austria) gekoppelt, wodurch ökonomische Entwicklungen auf Endenergienachfrage und energiebezogene CO₂-Emissionen abgebildet werden können. Anwendungsgebiete für das Modell liegen im Bereich unterschiedlicher energie-ökonomischer Analysen, wie z.B. der Simulation von Energienachfrageszenarien (Sommer et al. 2018, Meyer et al. 2018), von CO₂-Steuereffekten (Kirchner et al. 2019) sowie von Materialflussanalysen (Meyer – Sommer 2018).

Die Ergebnisse der vorliegenden Modellanalyse umfassen u.a. Veränderungen in der Wertschöpfung, Beschäftigung und Energienachfrage. Dabei werden folgende Effekte unterschieden:

- **Direkte Effekte**
entstehen direkt an der Anlage, Deponie oder Sammelstation und umfassen die entsprechenden Investitionskosten, laufende Kosten sowie die direkte Beschäftigung (siehe Tabelle 1).
- **Indirekte Effekte oder Vorleistungs- bzw. Up-Stream Effekte**
umfassen die Herstellung aller für die direkten Aktivitäten notwendigen Vorleistungen. Die entsprechenden Daten sind in einer sog. Input-Output Matrix als Vorleistungsverflechtung abstrahiert.
- **Induzierte Effekte**
umfassen hier die Konsumreaktionen der privaten Haushalte, die aufgrund geänderter Einkommen zu erwarten sind und anhand einer durchschnittlichen Konsumneigung berechnet werden.

Ziel der komparativ-statischen Simulation unterschiedlicher abfallwirtschaftlicher Systeme für Österreich ist es, die damit verbundenen indirekten und induzierten Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte für Österreich abzuschätzen und damit die eingangs erwähnte Hypothese zu überprüfen. Die Dimension der indirekten und induzierten ökonomischen Auswirkungen hängt einerseits von der Größe des direkten „Investitions-Schocks“ ab sowie von der Zusammensetzung der dadurch nachgefragten Güter und Dienstleistungen. Werden arbeitsintensive inländische Dienstleistungen, wie z.B. Bautätigkeiten nachgefragt, ist der ausgelöste Beschäftigungseffekt höher, als wenn kapitalintensive Güter nachgefragt werden. Werden überwiegend importintensive Güter nachgefragt, wie z.B. Fahrzeuge, so fällt der BIP-Effekt gering aus, da die Wertschöpfung im Ausland erfolgt.

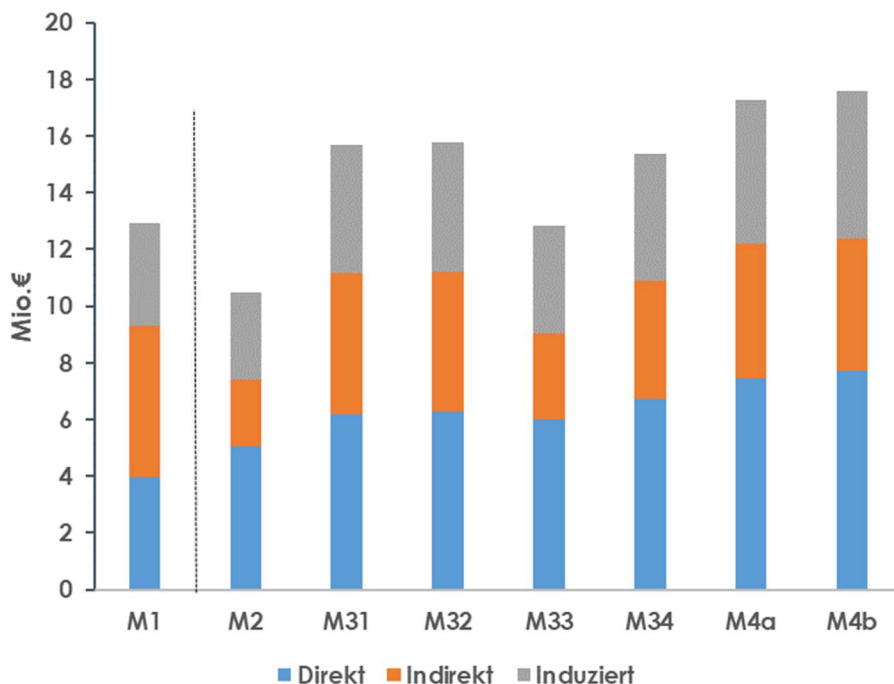
Zu welchem Zeitpunkt die Effekte eintreten, ist nicht klar abgrenzbar. Manche Effekte können sehr kurzfristig eintreten (Ausgaben für Investitionen, Transporte), andere können verzögert eintreten, z.B. wenn Maschinen oder Baumaterialien aus Lagerbeständen verwendet werden und erst anschließend eine zusätzliche Produktion ausgelöst wird und das Arbeitseinkommen und der Konsum entsprechend verzögert reagieren. Da die induzierten Effekte wiederum indirekte Effekte auslösen, die weiter Einkommen generieren und induzierte Effekte auslösen, laufen mehrere „Runden“ ab bis sich der Endeffekt vollständig einstellt. Die volle Entfaltung der volkswirtschaftlichen Effekte ist somit nicht zwangsläufig kurzfristig, z.B. im gleichen Jahr.

Für die vorliegende Studie wurden einzelne Module des Gesamtmodells (z.B. Staatskonsum, Investitionen) deaktiviert um eine Dekomposition in direkte, indirekte und induzierte Effekte zu ermöglichen.

4. Modellergebnisse

Die Bruttowertschöpfungseffekte (Einkommen, Betriebsgewinne und Steuern) der vier untersuchten abfallwirtschaftlichen Grundmodelle der Restmüllbehandlung sind in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Bruttowertschöpfungseffekte abfallwirtschaftlicher Modelle der Restmüllbehandlung, pro 100.000 t

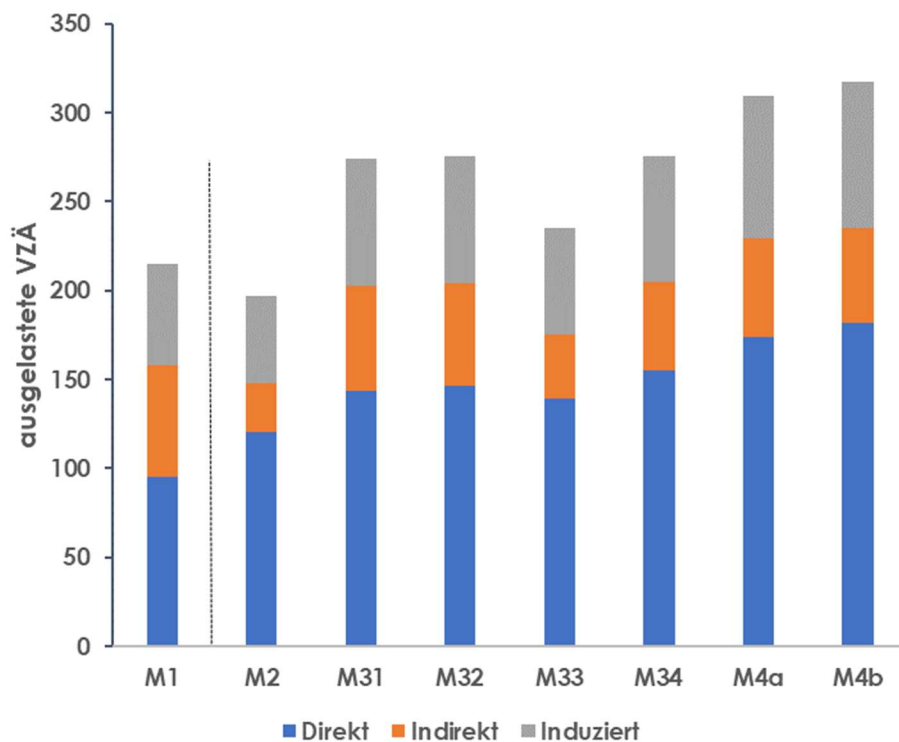


Q: WIFO Berechnungen.

Die direkten Effekte umfassen die simulierten Investitionen in Deponieanlagen, Müllverbrennungsanlagen usw. sowie die direkt nachgefragten Stoffströme, z.B. Strom für den Betrieb der Anlagen oder Diesel Treibstoff für den Transport von Sammelgut. Zudem werden für alle Modelle mit Ausnahme von M1 Nebenprodukte wie Fernwärme und Materialien (Metalle, Altpapier, Granulat, Glasscherben oder Kompost) erzeugt (siehe Tabelle 1). Diese generieren ebenfalls direkte Wertschöpfungseffekte, indirekt jedoch verdrängen sie die konventionelle Erzeugung bzw. den Einsatz von Primärrohstoffen. Im Fall der erzeugten Fernwärme aus Abfällen verdrängt diese andere Fernwärme mit dem österreichischen Brennstoffmix (hauptsächlich Erdgas und Biomasse). Die aus dem Restmüll gewonnenen Sekundärrohstoffe werden in der heimischen Produktion wieder in den Wirtschaftskreislauf eingespeist. Diese Strategie wirkt sowohl auf die Produktionskosten heimischer Unternehmen, die kostenintensive Primärrohstoffe durch günstigere Sekundärrohstoffe substituieren, als auch auf die Außenbilanz positiv.

Die indirekten Effekte in Abbildung 1 spiegeln die Investitionsvolumina sowie Nachfrage- und Verdrängungseffekte wieder. Der Rückgang des Bruttowertschöpfungseffekts von M1 auf M2 ist darauf zurückzuführen, dass a) pro Jahr weniger investiert werden muss als für eine Deponie und b) die Fernwärmeerzeugung aus Abfall hohe direkte Bruttowertschöpfungseffekte erzeugt, zugleich aber andere Fernwärmeerzeuger und deren Bruttowertschöpfung indirekt verdrängt. Der Investitionsrückgang bezüglich a) wird dadurch begründet, dass in M1 für jede 100.000 t Restmüll in eine neue Deponie investiert werden muss (siehe Tabelle 1: €7.5 Mio.) während im Vergleich dazu eine Müllverbrennungsanlage mit einer Kapazität von mindestens 100.000 t über seine gesamte Lebensdauer (für eine Rostfeuerungsanlage ca. 30 Jahre) läuft. Dadurch fällt die Investition in eine solche Anlage auf ein Jahr gerechnet natürlich geringer aus und generiert folglich niedrigere Bruttowertschöpfungseffekte, als wenn die gesamten Investitionskosten auf ein Jahr gerechnet werden. Trotzdem ist der direkte Effekt in M2 größer als in M1, was auf die Gewinne und somit die direkte Wertschöpfung durch Fernwärmeverkäufe zurückzuführen ist. Indirekt führt das zu einem Rückgang der Fernwärmeproduktion und somit auch der Wertschöpfung der anderen Fernwärmeerzeuger (b). Daher ist der indirekte Effekt von M2 relativ klein, da die Wertschöpfung in anderen Sektoren zurückgeht. Der zweite merkliche Rückgang des Bruttowertschöpfungseffektes von M3.2 auf M3.3 ist hauptsächlich auf ein niedrigeres Investitionsvolumen zurückzuführen. Die Größenordnung der induzierten Effekte folgt den durch die direkten und indirekten Effekte ausgelösten monetären Impulsen.

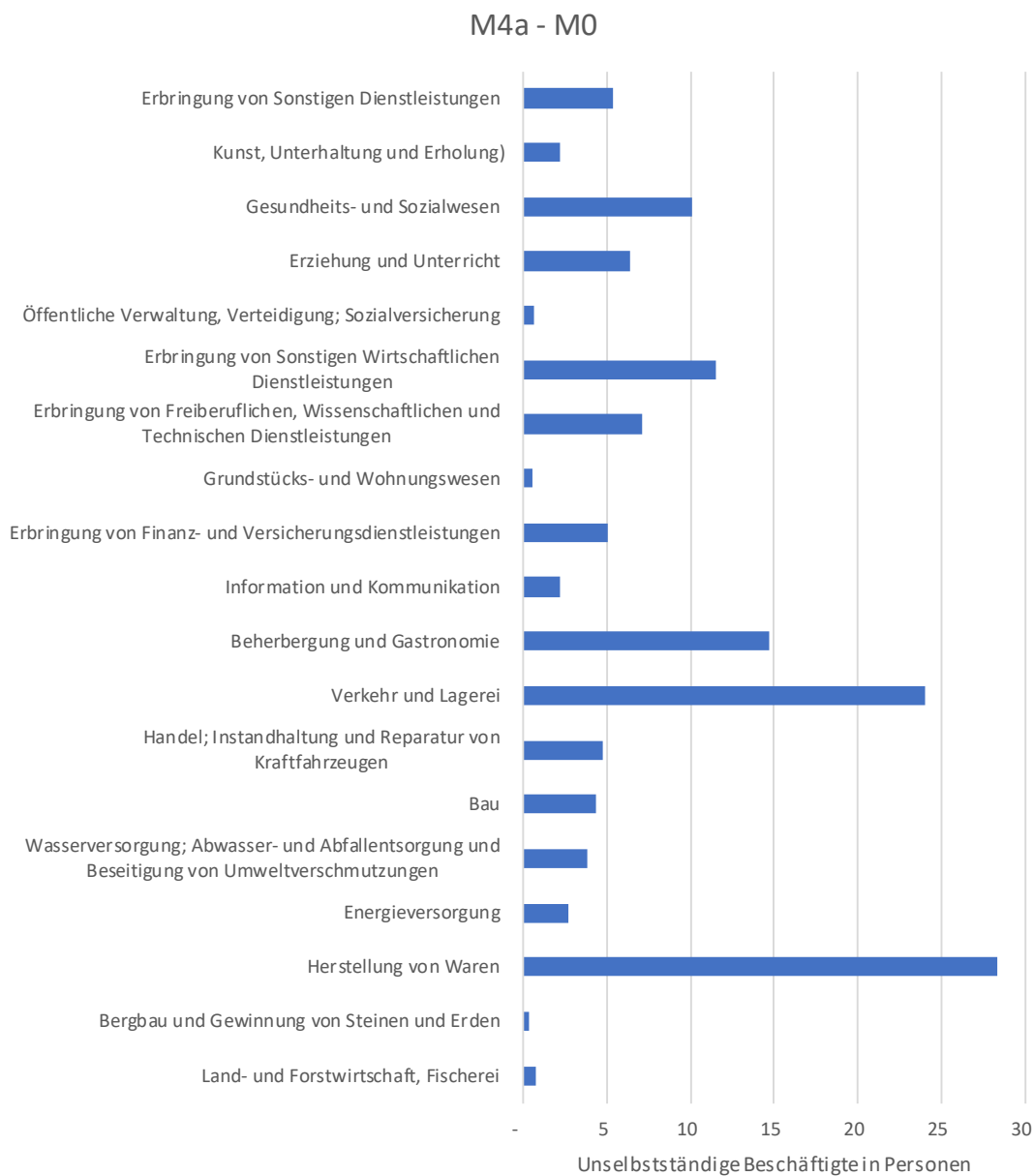
Abbildung 2: Beschäftigungseffekte abfallwirtschaftlicher Modelle der Restmüllbehandlung, in ausgelasteten Vollzeitäquivalenten pro 100.000 t



Q: WIFO Berechnungen.

Die Beschäftigungseffekte verlaufen analog zu den Bruttowertschöpfungseffekten der einzelnen Modelle, da im hinterlegten Modell WIFO.DYNK die nachgefragte Beschäftigung der jeweiligen Sektoren stark mit der Produktion und somit der Wertschöpfung zusammenhängt (Abbildung 2). Die Beschäftigungseffekte sind heterogen über die Sektoren verteilt (Abbildung 3). Beispielhaft werden die sektoralen indirekten und induzierten Beschäftigungseffekte für das Modell M4a dargestellt.

Abbildung 3: Sektorale indirekte und induzierte Beschäftigungseffekte Modell 4a



Q: WIFO Berechnungen.

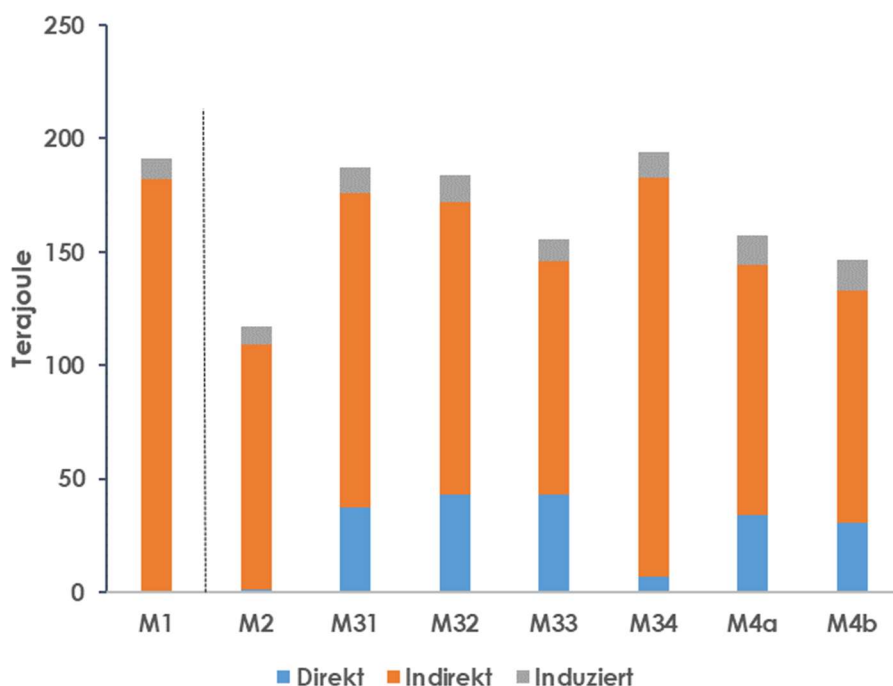
Die Struktur der Beschäftigungseffekte fällt in allen berechneten Modellen ähnlich aus: Das Gros der indirekten und induzierten Beschäftigung entsteht im produzierenden Gewerbe, im Verkehr, in der Beherbergung und Gastronomie sowie in der Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen sowie im Gesundheits- und Sozialwesen.

Das Gesamtbild der Beschäftigungseffekte folgt der Struktur: Je komplexer und aufwändiger die Restmüllbehandlung erfolgt, desto höher ist der Bedarf an Arbeitskräften. So liegt der Bedarf

an Arbeitskräften im Modell der verbesserten getrennten Sammlung (M4b) bei 317 Beschäftigten Vollzeitäquivalenten am höchsten und bei der reinen Müllverbrennung (M2) mit 197 Beschäftigten Vollzeitäquivalenten am niedrigsten (Abbildung 2).

Die durch die Investitionen und den laufenden Betrieb der Restmüllverarbeitung ausgelöste Endenergienachfrage ist in Abbildung 4 dargestellt. Die direkt erzeugte Fernwärme wird hier nicht ausgewiesen, da sie eins-zu-eins anderweitig produzierte Fernwärme indirekt ersetzt. Die in den einzelnen Verbrennungsanlagen erzeugte Wärme ist in Tabelle 2 aufgelistet. Die direkte Energienachfrage ab M3.1 stammt von der Stromnachfrage des laufenden Betriebs, z.B. durch Mechanisch-biologische Behandlungsanlagen, Leichtverpackungssortierung, Altpapier- und Altglassortieranlagen, Kunststoff Recycling, Kompostierung, Groß-Shredder und Post-Shredderanlagen sowie – in geringem Ausmaß – von der Nachfrage nach Diesel Treibstoff für die Transportdienstleistungen.

Abbildung 4: Endenergienachfrage abfallwirtschaftlicher Behandlungsmodelle für Restmüll, pro 100.000 t



Q: WIFO Berechnungen.

Die Wärmeerzeugung in den Modellen 4 fällt deutlich geringer aus als in den Modellen 2 und 3, da der Restmüll besser getrennt und wiederverwertet, d.h. zu Sekundärrohstoffen aufbereitet und in den Wertschöpfungsprozess zurückgeführt wird, anstatt verbrannt zu werden. Dies betrifft insbesondere die Kunststoffe, aber auch biogene Abfälle, die getrennt gesammelt und recycelt und nicht mehr verbrannt werden. Die Modelle M4.a und M4.b wurden so berechnet, dass die recycelten Materialien im heimischen produzierenden Gewerbe Verwendung finden.

Tabelle 2: Wärmeerzeugung

	in TJ
M1	0
M2	720
M3.1	707
M3.2	712
M3.3	777
M3.4	926
M4.a	543
M4.b	479

Q: WIFO Berechnungen

5. Schlussfolgerungen

Die eingangs formulierte These, nach der die potentielle Nachfrage nach Beschäftigung umso höher ausfällt, je komplexer die abfallwirtschaftliche Behandlung der Restmüllfraktionen erfolgt, konnte mit der vorliegenden Modellierung verifiziert werden. Komplexere Abfallwirtschaftssysteme leisten einen umfangreicheren Beitrag zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Wirtschaftsleistung als einfachere Abfallbehandlungsformen. Sie verursachen allerdings auch einen höheren (heimischen) Energieverbrauch. Der durch unterschiedliche Behandlungsformen generierte Energieverbrauch kann bei den Modellen 3 und 4 teilweise durch die Erzeugung von Wärme zur Substitution von fossilen Energieträgern führen (M3) oder zur Substitution von Primärrohstoffen und damit letztlich zu einem (global) geringeren Energieverbrauch sowie zu geringeren CO₂-Emissionen beitragen (M4). Komplexere Abfallwirtschaftssysteme bewirken infolgedessen im Ergebnis auch einen höheren Umweltschutz in Form von geringerem fossilen Energieeinsatz, weniger Emissionen bzw. einem substantiellen Beitrag zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft mit geringerer Nachfrage nach Primärressourcen. Andere positive Umwelteffekte einer entwickelten Abfallwirtschaft betreffen die Vermeidung von Abluft- und Abwasseremissionen, die durch Deponierung und Verbrennung entstehen können.

Von der Abfallwirtschaft werden in Zukunft daher zurecht strategische Impulse im Bereich Wirtschaft und Umwelt sowie zur Umsetzung unterschiedlicher Nachhaltigkeitskonzepte und Nachhaltigkeitsziele (Kreislaufwirtschaft: Kranert 2017; Green Economy: UNEP 2019) erwartet. Dies gilt nicht allein für Industrienationen wie Österreich, in denen die Abfallbranche bereits als komplex und hochentwickelt einzustufen ist, gleichwohl aber Entwicklungspotentiale aufweist, sondern insbesondere für osteuropäische Länder sowie allgemein für Schwellen- und Entwicklungsländer, in denen die Abfallmengen aller Voraussicht nach deutlich zunehmen werden (Kaza et al. 2018) und bestehende Abfallsysteme entweder dem informellen Sektor zuzurechnen sind oder technologisch und organisatorisch als veraltet gelten.

Referenzen:

- Altendorfer, M., 2018, Vergleich abfallwirtschaftlicher Systeme für Siedlungsabfälle mit Schwerpunkt Beschäftigungseffekte, Masterarbeit, Graz 2019.
- Altendorfer, M., Pomberger, R., Gelbmann, U., 2019, Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft – welche Beschäftigungseffekte bringt die optimierte Restabfallbehandlung? S. 99–117, In: Thiel, S., Holm, O., Thomé-Kozmiensky, E., Goldmann, D., Friedrich, B. (Hrsg.), Recycling und Rohstoffe, Band 12.
- ARGE (Hrsg.), 2014, Verantwortungsvolles Wertstoff Management, Handbuch für die Österreichische Abfallwirtschaft, Grünbuch, ARGE Österreichische Abfallwirtschaftsverbände, <https://gemeindebund.at/website2016/wp-content/uploads/2017/05/GrnbuchverantwortungsvollesWertstoff-ManagementPDF.pdf>.
- Bidlingmaier, W., 2017, Abfallvermeidung, in: Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Kranert (Hrsg.), S. 111-141.
- Brunner, P., Allesch, A., Getzner, M., Huber-Humer, M., Pomberger, R., Müller, W.,..., Kreindl, G. et al., 2015, Benchmarking für die österreichische Abfallwirtschaft, Wien, Technische Universität Wien, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_247861.pdf.
- EMA, 2015, Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe, Ellen MacArthur Foundation, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>.
- Europäische Kommission, 2015, Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy, COM(2015)0614 final, Brüssel, 2.12.2015.
- Fischer, B., Friedrich, A., Streissler-Führer, A., 2013, Der wirtschaftliche und gesellschaftliche Wert der kommunalen Abfallwirtschaft, Projektnr. 4/12, 15. Jänner 2013, Agnes Streissler, Wirtschaftspolitische Projektberatung.
- IEA, 2019, Energy Statistics, International Energy Agency, Paris.
- Kaza, S., Yao, L., Bhadria-Tata, P., Van Woerden F., 2018, What a Waste 2.0, A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050, International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.
- Kirchner, M., Sommer, M., Kratena, K., Kletzan-Slamanič, D., Kettner-Marx, C., 2019, CO2 taxes, equity and the double dividend – Macroeconomic model simulations for Austria, Energy Policy, 126, S. 295-314, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.030>.
- Kranert, M. (Hrsg.), 2017, Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Springer, 5. Auflage.
- Kraemer, G., Weingarten J., Wohlert, J., 2017, Branchenanalyse Abfallwirtschaft, Entwicklungstendenzen und strukturelle Herausforderungen unter besonderer Berücksichtigung der kommunalen Dienstleistungen, Study Nr. 354, Hans-Böckler-Stiftung, März 2017.
- Meyer, I., Sommer, M., 2018, Macht Recycling Sinn. Eine Analyse aus volkswirtschaftlicher Sicht, in: Roland Pomberger, et al., Recy & DepoTech 2018: Recycling & Abfallverwertung, Abfallwirtschaft & Ressourcenmanagement, Deponietechnik & Altlasten, Internationale Abfallwirtschaft & Spezielle Recyclingthemen. Konferenzband zur 14. Recy & DepoTech-Konferenz, Buchbeiträge, Leoben, November 2018, S.77-84.
- Meyer, I., Sommer, M., Kratena, K., 2018, Energy Scenarios 2050 for Austria, WIFO Monographien, Mai 2018, 61 S.
- Meyer, I., Sommer, M., Kratena, K., Tesar, M., Neubauer, C., 2016, Volkswirtschaftliche Effekte durch Recycling ausgewählter Altstoffe und Abfälle, Monographien, November 2016, 92 Seiten, https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=59158&mime_type=application/pdf.
- OECD, 2017, Business Models for the Circular Economy – Opportunities and Challenges from a Policy Perspective. ENV/EPOC/WPRPW(2017)1/Final, 6 June 2019.
- Sommer, M., Meyer, I., Kratena, K., 2018, Neue Energieszenarien 2050 für Österreich, WIFO-Monatsberichte, 2018, 91(5), S. 375-385, https://www.wifo.ac.at/publikationen/publikationssuche?detail-view=yes&publikation_id=61103.
- UNEP, 2019, Green Economy, <https://www.unenvironment.org/explore-topics/green-economy>.
- WKO, 2019, WKO Statistik Österreich, Konjunkturstatistik im produzierenden Bereich, Sonderauswertung in der europäischen Systematik der Wirtschaftstätigkeiten NACE Rev. 2, Jahresergebnisse 2018, April 2019.