

Executive Summary
**Treibhausgas- und Ressourceneinsparpotenziale
gesteigerter Erfassungsmengen und
Verwertungsquoten**

im Auftrag der

**REMONDIS
Assets & Services GmbH & Co. KG**

Auftragnehmer:

**Clausthaler Umwelttechnik-
Institut GmbH
CUTEC Institut**
Leibnizstraße 21 + 23
38678 Clausthal-Zellerfeld

**Fraunhofer-Institut für Umwelt-,
Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg**
An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg

19. September 2014

Auftraggeber:

REMONDIS

Assets & Services GmbH & Co. KG

Brunnenstraße 138

44536 Luene

Tel.: 02306 106-549

Fax: 02306 106-545

E-Mail: info@remondis.de

Web: www.remondis.de

Auftragnehmer:

Clausthaler Umwelttechnik- Institut GmbH

CUTEC Institut

Leibnizstraße 21 + 23

38678 Clausthal-Zellerfeld

Telefon: 05323 933-0

Fax: 05323 933-100

Internet: www.cutec.de

E-Mail: cutec@cutec.de

Geschäftsführer

Prof. Dr. Martin Faulstich

Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

An der Maxhütte 1

92237 Sulzbach-Rosenberg

Telefon: 09661 908-412

Fax: 09661 908469

Internet: www.umsicht-suro.fraunhofer.de

E-Mail: info-suro@umsicht.fraunhofer.de

Leiter Institutsteil

Prof. Dr. Andreas Hornung

Bearbeitet von

Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich

CUTEC Institut

Dr.-Ing. Matthias Franke

Jan Matyschik

Katharina Reh

Rike Müller

Fraunhofer UMSICHT

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Clausthal-Zellerfeld und Sulzbach-Rosenberg, den 19. September 2014

Gliederung

1	Zusammenfassung	4
2	Ausgangssituation und Veranlassung	5
3	Methodik	6
4	Ergebnisse	8
4.1	Erweiterte Getrennterfassung von Wertstoffen	8
4.2	Treibhausgas-, Energie- und Ressourceneinsparpotenziale	9
4.3	Beiträge zu nationalen Minderungszielen	10
5	Fazit und Ausblick	12
	Quellen	13

1 Zusammenfassung

Die EU-Abfallrahmenrichtlinie sieht eine getrennte Erfassung von Bio- und Grünabfällen, Kunststoffen, Metallen, Glas und Papier ab dem Jahr 2015 vor. Vor dem Hintergrund des derzeit in Vorbereitung befindlichen Wertstoffgesetzes zur Umsetzung dieser Vorgaben hat das Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH INFA die Potenziale zur Steigerung der Erfassung und des Recyclings von Wertstoffen aufgezeigt. In der ambitionierten Variante wurden auf Bundesebene zusätzliche Wertstoffpotenziale in Höhe von 95 kg je Einwohner und Jahr, beziehungsweise 7,8 Mio. Mg pro Jahr, ermittelt. Die REMONDIS-Gruppe hat die Autoren vor diesem Hintergrund mit einer Abschätzung der mit den zusätzlichen Wertstoffpotenzialen erzielbaren Klimaschutz-, Energie- und Ressourceneinsparpotenziale beauftragt.

Bilanzierungsseitig wurden die im Status quo (Bezugsjahr 2011) erfassten Wertstoffmengen den Vorgaben der INFA-Studie entnommen. Die Ermittlung von Verwertungsquoten sowie die Aufteilung der Stoffströme auf Verwertungswege erfolgten anhand bundesdurchschnittlicher Daten. Sowohl im Status quo als auch in der ambitionierten Variante wurden Materialverluste in der Vorbehandlung sowie im Verwertungsprozess berücksichtigt, um die tatsächlich stofflich verwerteten Massenströme korrekt abzubilden. Zudem wurde angenommen, dass die Verwertungswege, Materialverluste, Störstoffgehalte sowie Anlagenwirkungsgrade und der bundesweite Strom- und Wärme-Mix konstant bleiben. Neben den separat erfassten Wertstoffen wurden auch die Effekte der Massenreduzierung und Veränderung der Zusammensetzung von Restabfall und Sperrmüll berücksichtigt.

Im Ergebnis wurde auf Basis der INFA-Daten eine Steigerung der Wertstoff-erfassung aus Restabfall und Sperrmüll in Höhe von insgesamt 7,8 Mio. Mg angesetzt. Im Saldo führt die stoffliche und energetische Verwertung der abschöpfbaren Mengen zu einer Treibhausgaseinsparung in Höhe von 1,6 Mio. Mg pro Jahr. Bezogen auf die bis zum Jahr 2020 avisierten Treibhausgasminderungen Deutschlands entspricht dieser Anteil etwa 6 % der jährlich dazu erforderlichen Reduzierung der Emissionen. Die durch die gesteigerte Verwertung möglichen Energieeinsparungen belaufen sich auf etwa 9.500 GWh pro Jahr und entsprechen dem Energiebedarf von etwa 557.000 Haushalten. Im Zuge des Recyclings werden dabei rund 2,7 Mio. Mg pro Jahr an Sekundärrohstoffen erzeugt. Diese substituieren gemeinsam mit den vermiedenen Energieaufwendungen Primärrohstoffe in einer Größenordnung von 4,7 Mio. Mg pro Jahr.

Die aufgezeigten Potenziale stellen eine erste Näherung dar und sollen in einem nachfolgenden Vorhaben im Detail und auf Ebene der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger präzisiert werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, die mit der erweiterten Erfassung und Verwertung der Wertstoffe verbundenen Effekte in den Bereichen Logistik, Beschäftigung und Ökonomie zu erfassen.

2 Ausgangssituation und Veranlassung

Die Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union sieht ab dem 1. Januar 2015 eine getrennte Erfassung von Bio- und Grünabfällen, Kunststoffen, Metallen, Glas und Papier vor und soll Verpackungen sowie stoffgleiche Nichtverpackungen gleichermaßen umfassen. Nach einem ersten Thesenpapier des BMU zur Fortentwicklung der haushaltsnahen Wertstofffassung und Verabschiedung der sechsten und siebten Novelle der Verpackungsverordnung wird von den beteiligten Akteuren nun der Entwurf eines Wertstoffgesetzes erwartet.

Das Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH INFA hat in diesem Zusammenhang im Auftrag der Gemeinschaftsinitiative zur Abschaffung der Dualen Systeme im Rahmen einer Studie die Potenziale zur Steigerung der Erfassung und des Recyclings von Wertstoffen aufgezeigt [1]. Auf Basis der Studie wurde ein maximales, hauptsächlich aus dem im Bundesgebiet anfallenden Restabfall und Sperrmüll zu hebendes Wertstoffpotenzial in Höhe von 95 kg je Einwohner und Jahr, beziehungsweise 7,8 Mio. Mg pro Jahr, ermittelt. Das ausgewiesene Potenzial liegt damit erheblich über der im Auftrag des Umweltbundesamtes ermittelten Teilmenge stoffgleicher Nichtverpackungen in Höhe von etwa 7 kg je Einwohner und Jahr bzw. etwa 570.000 Mg pro Jahr [2].

Vor diesem Hintergrund hat die REMONDIS-Gruppe das Clausthale Umwelttechnik Institut CUTEC und das Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, damit beauftragt, die möglichen Umwelteffekte einer stofflichen Verwertung der von INFA ermittelten Wertstoffmengen in einer ersten groben Abschätzung auszuweisen. Dabei sollen die mit der Verwertung verbundenen Einsparungen an Treibhausgasen (THG), angegeben als CO₂-Äquivalente, die Energieeinsparungen sowie die Sekundärrohstoffpotenziale und die vermiedene Beanspruchung von Primärrohstoffen ausgewiesen werden. In der Bilanzierung wurde dabei der zusätzlich erzielbare Effekt gegenüber der Situation im Status quo betrachtet.

3 Methodik

Datenbasis Wertstoffpotenziale

Aufbauend auf die durch INFA (2014) erhobenen Daten zu möglichen Steigerungen der Erfassungsmengen und Recyclingquoten wird ermittelt, welche Einsparung an THG-Emissionen, Energie und Primärrohstoffen sowie Gewinnung von Sekundärrohstoffen damit verbunden sind. Der Betrachtungsrahmen umfasst folgende Stoffströme:

- Altpapier,
- Glas,
- Bio- und Grünabfall,
- Metalle,
- Kunststoffe,
- Getränkekartons und
- Altholz.

Die Ergebnisse der gesteigerten Wertstofffassung und -verwertung werden dem Status quo gegenübergestellt. Die Bilanzierung erfolgt dabei sowohl für die sieben betrachteten Stoffströme als auch für den Restabfall und den Sperrmüll, aus denen die zusätzlichen Wertstoffmengen überwiegend stammen. Zudem wird ein bestimmter Anteil an Wertstoffen aus anderen Quellen in die Getrenntfassung überführt. So ist beispielsweise künftig von einer Abschöpfung von Bio- und Grünabfall aus der Eigenkompostierung auszugehen.

Methodisch wurde durch INFA ein Benchmarking der Erfassungsmengen über alle öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (örE) hinweg vorgenommen. Dabei sieht das ambitionierte Szenario vor, dass die Abschöpfungsmengen der besten 25 % der örE grundsätzlich durch alle örE erreichbar sind. Vereinfachend wurde dabei durch INFA vorausgesetzt, dass die dazu erforderlichen Wertstoffmengen im Restabfall und Sperrmüll jedes örE enthalten sind. Bedingt durch diese Methodik kann es zu einer überhöhten Wertstoffabschöpfung aus dem Restabfall und Sperrmüll und der darauf aufbauenden Bilanzierung der Klima- und Ressourcenschutzpotenziale kommen. So wurden bei einer kreisscharfen Berücksichtigung der tatsächlich realisierbaren Restabfallreduzierung geringere Werte ausgewiesen [3].

Bilanzierung Status quo und erweiterte Wertstofffassung

Die Bilanzierung erfolgt vereinfachend ausschließlich für die Prozessschritte Vorbehandlung und Verwertung, da die Aufwendungen bei Erfassung und Transport, gemessen an den Emissionen und Gutschriften im Verwertungsprozess, in der Regel eine untergeordnete Rolle spielen.

Die im Status quo durchschnittlich erfassten Wertstoffmengen werden [1] entnommen. Die Verwertungsquoten sowie die Aufteilung der Stoffströme auf die einzelnen Verwertungswege orientieren sich an bundesdurchschnittlichen Daten. Darüber hinaus werden Störstoffverluste in der Vorbehandlung sowie im Verwertungsprozess berücksichtigt. Das heißt, die Inputmengen in die Verwertung wurden bilanzierungsseitig um die im Verwertungsprozess beispielsweise durch Feuchte und Anhaftungen auftretenden Verluste abgemindert, um die tatsächlich stofflich verwerteten Wertstoffanteile korrekt abzubilden.

Die Bilanzierung der erweiterten Wertstofffassung erfolgt anhand der gesteigerten Erfassungsmengen und ambitionierten Verwertungsquoten für die Wertstoffe nach [1]. Die Verwertungswege sowie Verluste im Verwertungsschritt werden entsprechend des Status quo angesetzt. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass sich die Qualität der erfassten Wertstoffe hinsichtlich der Störstoffgehalte gegenüber dem Status quo nicht verändert. Auch die Anlagenparameter, wie beispielsweise Wirkungsgrade bei thermischen Anlagen oder auch der bundesweite Strom-Wärme-Mix, werden nicht variiert.

4 Ergebnisse

4.1 Erweiterte Getrennterfassung von Wertstoffen

Das Restabfallaufkommen in Deutschland wurde von INFA für das Jahr 2011 mit etwa 13,4 Mio. Mg angesetzt. Das darin enthaltene Wertstoffpotenzial beläuft sich auf rund 8,7 Mio. Mg [1]. Das Sperrmüllaufkommen wurde mit 2,4 Mio. Mg angegeben, wobei etwa 1,5 Mio. Mg an Wertstoffen angenommen wurden (vgl. Abbildung 1).

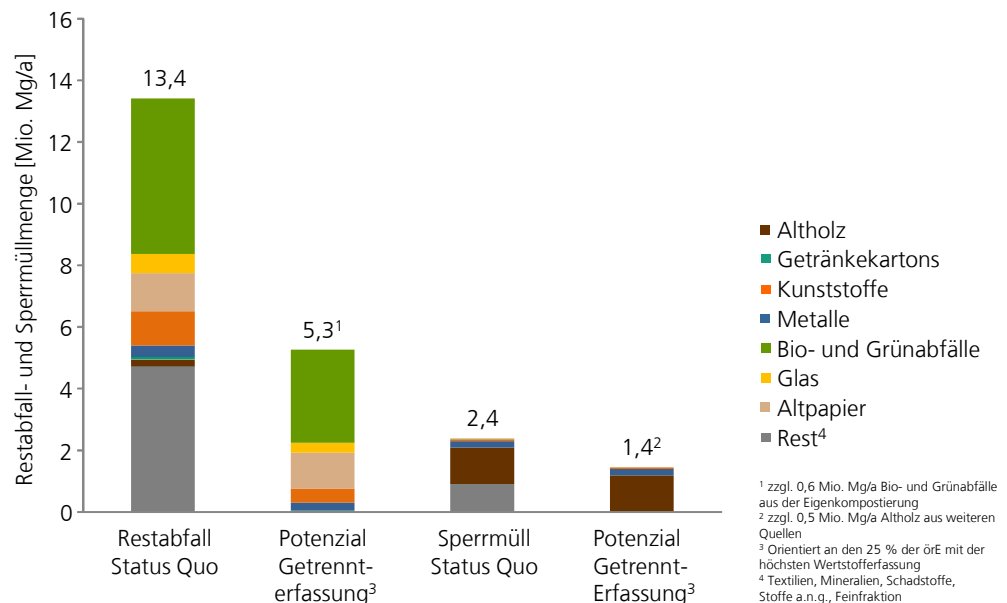


Abbildung 1: Bundesweites Wertstoffpotenzial in Restabfall und Sperrmüll sowie Potenzial für die Getrennterfassung nach [1]

Nach [1] ergibt sich gegenüber dem Status quo eine maximal mögliche Steigerung der Wertstoffabschöpfung um 7,8 Mio. Mg. Gemäß des methodischen Ansatzes von INFA können dabei aus dem Restabfall etwa 5,3 Mio. Mg und aus dem Sperrmüll etwa 1,4 Mio. Mg an Wertstoffen abgeschöpft werden. Zusätzlich werden rund 1,1 Mio. Mg aus weiteren Systemen, wie beispielsweise der Eigenkompostierung, in die Getrennterfassung überführt.

Dadurch ergibt sich eine Reduzierung des Restabfall- und Sperrmüllaufkommens um etwa 6,7 Mio. Mg. Bei einer kreisscharfen Betrachtung der maximalen Restabfallreduzierung wird dagegen eine Verringerung um 5 Mio. Mg angegeben [3]. Für die Bilanzierung wird aufgrund der in beiden Ansätzen gleichbleibenden Wertstoffabschöpfung nachfolgend jedoch die erhöhte Restabfall- und Sperrmüllreduzierung angesetzt, die mit geringeren THG- und Energiegutschriften verbunden ist.

4.2 Treibhausgas-, Energie- und Ressourceneinsparpotenziale

Die in Kapitel 4.1 beschriebenen erzielbaren Wertstoffmengen und die daraus resultierenden Verwertungsquoten sind mit einer Einsparung an THG-Emissionen, Energie und Primärrohstoffen sowie einer Gewinnung von Sekundärrohstoffen verbunden (vgl. Abbildung 2).

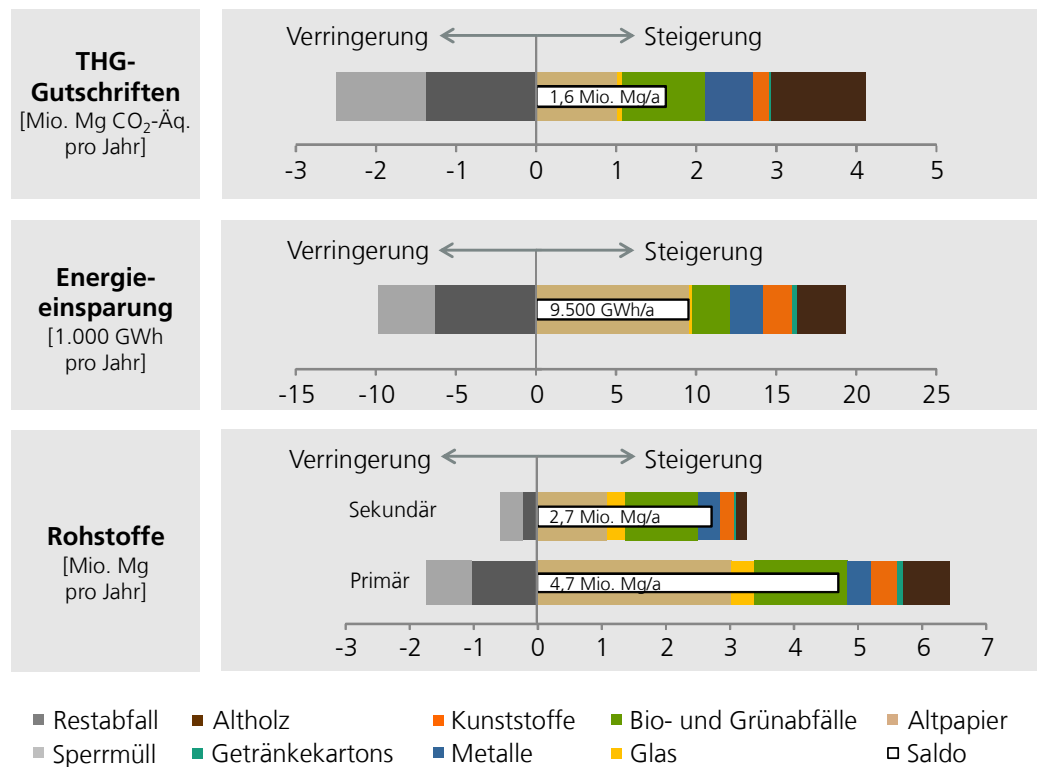


Abbildung 2: THG-, Energie- und Ressourceneinsparpotenzial der erweiterten Wertstoffeffassung gegenüber dem Status quo

Die stoffliche Verwertung der gegenüber dem Status quo zusätzlich abschöpfbaren Wertstoffmengen führt in der Summe zu THG-Einsparungen in Höhe von etwa 4,1 Mio. Mg CO₂-Äquivalenten. Aufgrund der mit der Wertstoffabschöpfung einhergehenden Reduzierung des Restabfall- und Sperrmüllaufkommens sowie der veränderten Zusammensetzung kommt es jedoch im gleichen Zuge zu einer anteiligen Reduzierung der Gutschriften aus der überwiegend energetischen Verwertung des Restabfalls und Sperrmülls gegenüber dem Status quo (vgl. Abbildung 2). Im Saldo ergibt sich daher eine mögliche THG-Einsparung von etwa 1,6 Mio. Mg CO₂-Äquivalente. Geht man von einem gegenüber dem Status quo künftig steigenden Anteil der in Vergärungsanlagen behandelten Bio- und Grünabfälle aus, so wären weitere THG-Einsparungen in Höhe von etwa

0,4 Mio. Mg CO₂-Äquivalenten möglich (Erhöhung des anaerob behandelten Bio- und Grünabfallanteils von 15 % auf rund 50 %).

Analog zu den Ergebnissen der THG-Bilanzierung führen die Effekte der erhöhten Abschöpfung und Verwertung von Wertstoffen auf der einen sowie die Reduzierung der vorwiegend energetisch verwerteten Restabfall- und Sperrmüllmengen auf der anderen Seite im Saldo zu einer positiven Energiebilanz, die gegenüber dem Status quo zusätzliche Gutschriften in Höhe von rund 9.500 GWh pro Jahr ermöglichen.

Die Einsparungen im Bereich THG und Energie auf der Seite der Wertstoffe resultieren neben den in der Regel erhöhten Gutschriften bei einer stofflichen Verwertung auch aus den im Verwertungsprozess vermehrt anfallenden hochkalorischen Fraktionen, die energetischen Verwertungswegen mit hohen Wirkungsgraden zugeführt werden.

Die Menge an gewonnenen Sekundärrohstoffen entspricht den aus Recyclingprozessen stammenden Rohstoffen, die wieder in einem Primärprozess eingesetzt werden können (z.B.: Recyclingpapierfasern in der Papierherstellung). Bei den Primärrohstoffen werden neben den durch Sekundärrohstoffeinsatz substituierten Rohstoffen (z.B.: Frischholz, welches für die Herstellung von Papierfasern genutzt wird) auch die durch die energetische Nutzung von Abfällen eingesparten Primärenergieträger summiert. Insgesamt werden durch die gegenüber dem Status quo zusätzliche Mengenabschöpfung und Verwertung Sekundärrohstoffe in Höhe von 2,7 Mio. Mg pro Jahr erzeugt und Primärrohstoffe in Höhe von 4,7 Mio. Mg pro Jahr eingespart.

4.3 Beiträge zu nationalen Minderungszielen

Die Abfallwirtschaft hat gemessen an den Gesamtemissionen aller Quellkategorien seit 1990 den bei weitem größten Anteil der bislang erzielten Treibhausgas-einsparungen erreicht. Maßgeblich waren dabei die Reduzierung der auf Deponien abgelagerten Abfallmengen, die Erfassung und energetische Nutzung des Deponiegases sowie die seit Juni 2005 rechtsverbindlich vorgeschriebene Vorbehandlung von Abfällen vor der Deponierung. Weitere Einsparungen werden durch die bereits heute stofflich und energetisch verwerteten Abfälle und getrennt erfassten Wertstoffe erzielt.

Gemessen an dem Minderungsziel Deutschlands für das Jahr 2020 müsste, ausgehend vom derzeitigen Emissionsniveau (951 Mio. Mg CO₂-Äquivalente), noch eine Reduzierung in Höhe von 200 Mio. Mg CO₂-Äquivalenten realisiert werden [4]. Bei einer linearen Abnahme entspräche dies einem jährlichen Minderungserfordernis von etwa 29 Mio. Mg CO₂-Äquivalente (vgl. Abbildung 3).

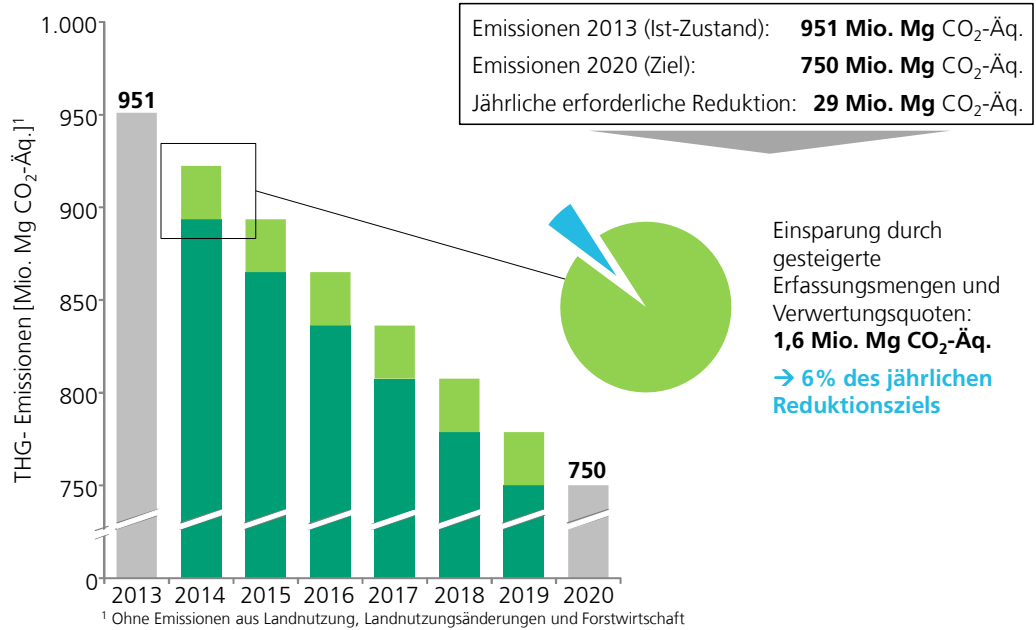


Abbildung 3: Beitrag der erweiterten Wertstofffassung zur Reduzierung der THG-Emissionen in Deutschland

Diese jährliche Minderung könnte zu 6 % durch die Erhöhung der getrennt erfassten Wertstoffmenge erreicht werden, da mit dieser Maßnahme etwa 1,6 Mio. Mg CO₂-Äquivalente eingespart werden können. Darüber hinaus entsprechen die möglichen Energieeinsparungen rund 721.000 Mg Steinkohle oder decken den durchschnittlichen Energieverbrauch von 557.000 Haushalten im Jahr.

5 Fazit und Ausblick

Die Abfallwirtschaft hat sich in den vergangenen 30 Jahren von einer auf Gefahrenabwehr und Beseitigung ausgerichteten Disziplin zu einer Recycling- und Ressourcenwirtschaft gewandelt. Neben der Bereitstellung von Rohstoffen kommt der Branche jedoch auch eine maßgebliche Bedeutung bei der Einsparung von THG-Emissionen durch stoffliche und energetische Verwertungsprozesse zu.

Durch die hier betrachtete Erweiterung der Erfassungsmengen und Verwertungsquoten können 2,7 Mio. Mg Sekundärrohstoffe erzeugt und 4,7 Mio. Mg Primärrohstoffe substituiert werden. Das THG-Minderungspotenzial liegt bei etwa 1,6 Mio. Mg CO₂-Äquivalenten pro Jahr. Gemessen an den jährlich erforderlichen THG-Einsparungen bis zum Jahr 2020 liegt dieses Potenzial in einer Größenordnung von 6 %. Im Vergleich zu den höchsten und darüber hinaus jüngst auch wieder deutlich ansteigenden Emissionen des Energiesektors kann diese Entlastung helfen, den seit 1990 insgesamt positiven Trend der THG-Minderung fortzusetzen. Die Energieeinsparungen durch die erweiterte Erfassung und Verwertung belaufen sich auf etwa 9.500 GWh pro Jahr und entsprechen dem Energiebedarf von etwa 557.000 Haushalten.

Die beschriebenen Ergebnisse stellen aufgrund der gewählten, auf bundesdurchschnittlichen Daten und Annahmen basierenden Berechnungsmethodik erste Näherungswerte dar. Daher ist geplant, in einer nachfolgenden umfassenden Betrachtung die möglichen Potenziale im Detail und auf Ebene der öRE zu ermitteln. Darüber hinaus sollen weitergehende Auswirkungen der erweiterten Wertstofffassung und Verwertung in den Bereichen Logistik, Beschäftigung und Ökonomie erfasst werden.

Perspektivisch können die hier in einem konservativen Ansatz ermittelten THG- und Ressourceneinsparpotenziale noch deutlich gesteigert werden. So weist eine Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes mögliche THG-Minderungen von etwa 10 Mio. Mg CO₂-Äquivalenten aus [5]. Methodisch wurden dazu weitere Fraktionen, beispielsweise gewerblicher Herkunft, einbezogen. Zudem wurden in einem Zukunftsszenario u.a. steigende Wirkungsgrade energetischer Verwertungsprozesse, eine zunehmende Vergärung von Bio- und Grünabfällen, Maßnahmen zur Emissionsminderung biologischer Verfahren sowie eine hochwertigere stoffliche Verwertung beispielsweise von Kunststoffabfällen angenommen.

Neben der Rohstoffbereitstellung und THG-Einsparung kann die Abfallwirtschaft künftig auch einen Beitrag zur Harmonisierung der zunehmenden Einspeiseschwankungen in das Stromnetz leisten. Dazu könnte beispielsweise der an MVA-Standorten erzeugte Strom bei Einspeisespitzen als negative Regelenergie ausgekoppelt und zum Betrieb energieintensiver Recyclingprozesse genutzt werden.

Quellen

- [1] Gellenbeck, K.; Becker, G.; Hams, S.: Erarbeitung von Erfassungsmengen und Recyclingquoten. Dokumentation. Im Auftrag der Gemeinschaftsinitiative, Ahlen, 2014
- [2] Bünemann, A.; Rachut, G.; Christiani, J.; langen, M.; Wolters, J.: Planspiel zur Fortentwicklung der Verpackungsverordnung Teilvorhaben 1: Bestimmung der Idealzusammensetzung der Wertstofftonne. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau, 2012.
- [3] Alwast, H.: Abfallwirtschaft im Gleichgewicht – Entwicklung der Abfallmengen und die künftig notwendigen Behandlungskapazitäten in Deutschland. Vortrag auf der IFAT 2014, München, 8. Mai 2014
- [4] Strogies, M.; Griffke, P. (Umweltbundesamt): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014. Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012. Dessau-Roßlau, 2014
- [5] Dehoust, G.; Schüler, D.; Vogt, R.; Giegrich, J.: Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft – Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau, März 2010