

**Prognosen sind äußerst schwierig,
vor allem wenn sie die Zukunft betreffen**

(Mark Twain oder Kurt Tucholsky)

**Zukünftige Entwicklung der thermischen Verwertung bis 2030
Replik und Einordnung der NABU Studie zu diesem Thema.**

Bearbeitet:

Thomas Obermeier, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Abfallwirtschaft, Ehrenpräsident der DGAW e.V.

Sylvia Lehmann, Qualitätsmanagerin

TOMM+C

Nieritzweg 23

14165 Berlin

Tel.: 030 84 50 95 53

Fax: 030 815 96 99

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
2	KAPAZITÄTEN UND MODERNISIERUNGSBEDARF THERMISCHER VERWERTUNGSANLAGEN	3
3	INPUT IN VERBRENNUNGSANLAGEN	4
4	EINFLÜSSE AUF DAS ABFALLAUFKOMMEN	5
4.1	Bevölkerungsentwicklung	5
4.2	Urbanisierung	6
4.3	Konjunkturentwicklung	7
5	ENTWICKLUNG DES ABFALLAUFKOMMENS	8
5.1	Entwicklung des Siedlungsabfallaufkommens	8
5.2	Entwicklung des Sekundärabfallaufkommens	9
6	MAßNAHMEN ZUR DURCHSETZUNG DER ABFALLHIERARCHIE	9
6.1	Verpackungsgesetz und weitere Maßnahmen zur getrennten Erfassung	10
6.2	Gewerbeabfallverordnung	13
6.3	Getrennte Erfassung von Bioabfällen	14
7	SZENARIO 1: VOLLZUG GÜLTIGER GESETZE	18
8	SZENARIO 2 WEITERFÜHRENDE MAßNAHMEN	19
9	SCHLUSSFOLGERUNG	19
10	LITERATURVERZEICHNIS	20

1 Einleitung

Die Recyclingverbände der deutschen Abfallwirtschaft (bvse, BDE u.a.m.) und die Erzeuger von Gewerbeabfällen zeichnen derzeit ein düsteres Bild der thermischen Verwertungskapazität.

„Wir können nicht mehr anliefern – Unsere Lagerquellen über – Es droht ein Entsorgungsnotstand – Das Recycling ist gefährdet, wenn nicht mehr thermische Verwertungskapazität bereitgestellt wird.“

Vor diesem medialen Hintergrund überraschte die Studie des NABU [1], die im September 2019 mit dem Titel „Kapazitäten der energetischen Verwertung von Abfällen in Deutschland und ihre zukünftige Entwicklung in einer Kreislaufwirtschaft“ als Fortschreibung einer Studie aus dem Jahr 2009 veröffentlicht wurde. Unabhängig von künftigen Visionen der deutschen Vermeidungs- und Recyclinglandschaft proklamiert die Studie, dass allein bei Umsetzung der bestehenden Gesetze und Verordnungen über 5 Mio. Megagramm pro Jahr nicht mehr in thermische Verwertungsanlagen gelangen müssten und sogar um 7 - 9 Mio. Megagramm pro Jahr bei weitergehenden Maßnahmen zurückgehen könnten. Damit würde sich die Situation dramatisch entspannen, so dass es sogar zu einem Rückbau von Kapazitäten kommen könnte. Angesichts des bekannten Zitates im Titel über Prognosen und der aktuellen Entwicklung unternehmen die Autoren den Versuch die NABU Studie nicht nur pauschal zu beurteilen, sondern auf die Datengrundlage und die Berechnungen näher einzugehen.

Vorausgeschickt ist anzumerken, dass alle Vorhersagen über Marktentwicklungen und Auswirkungen gesetzlicher Vorgaben vor allem auf Fortschreibungen von Entwicklungen in der Vergangenheit beruhen, z.B. Bevölkerungsentwicklung, Marktdaten, etc. Dies gilt auch für Erfahrungen mit der Umsetzung von gesetzlichen Vorgaben, z.B. der seit 2015 verpflichtenden Getrennterfassung von Bioabfällen. Je nach Betrachtung sind unterschiedliche Schlussfolgerungen möglich.

2 Kapazitäten und Modernisierungsbedarf thermischer Verwertungsanlagen

Mit Stand 2017 sind 66 Müllverbrennungsanlagen (MVA) mit einer Kapazität von 20,6 Mio. Mg/a und 32 EBS-Kraftwerke mit einer Kapazität von 5,9 Mio. Mg/a in Betrieb. Die Gesamtkapazitäten liegen somit bei 26,5 Mio. Mg/a [1].

In der oben genannten Studie wird der Modernisierungsbedarf der thermischen Anlagen anhand einer Analyse der Vergangenheit abgeschätzt, Zitat:

„Das Durchschnittsalter der 66 deutschen MVA seit ihrer Erstinbetriebnahme zwischen den Jahren 1964 (vor 54 Jahren) und 2008 (vor 10 Jahren) beträgt bezogen auf das letzte Jahr 2018 32 Jahre.

Durch fortlaufende Modernisierungen im Bestand ist dieser MVA-Anlagenpark bisher im Durchschnitt alle 25 Jahre im Bereich der Kessel, Verdampfer und Überhitzer erneuert worden.“

Dieser Durchschnittswert von rund 25 Jahren kann, laut der Studie nur einen groben Richtwert darstellen. Für darin aufgestellte Szenarien wird eine Betriebsdauer von 30 Jahren als Ansatz für den Modernisierungsbedarf der deutschen MVA bis zum Jahr 2030 gewählt.

Bei den Auswertungen der Modernisierungen in der Vergangenheit ist zu berücksichtigen, dass vielfach nicht das Alter der Linien und damit einhergehender Verschleiß Ursache für die

Vollmodernisierungen waren, sondern vielmals, neben der in der Studie erwähnten gleichzeitigen Einleitung von umfassenden Abluftreinigungsmaßnahmen, vor allem folgende Gründe anzuführen sind:

- Anpassungen der Feuerungen an gestiegene Heizwerte des Abfalls,
- Effizienzsteigerungen der Anlagen, verbesserte Strom- und Wärmenutzung.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass nicht zwingend nach 30 Jahren Betriebsdauer, bei fortlaufender Wartung und Modernisierung der Verbrennungslinien (wie z.B. auch das in der Studie beschriebene Korrosionsbeschichten (Cladding) der Kesselanlagen) eine Vollmodernisierung erforderlich sein muss, da insbesondere die jüngeren Anlagen bereits Heizwert optimiert und effizient errichtet wurden.

Hier ist eine Einzelfallbetrachtung der betroffenen Anlagen erforderlich.

3 Input in Verbrennungsanlagen

Der Input in Verbrennungsanlagen beträgt für Thermische Abfallbehandlungsanlagen und Feuerungsanlagen laut Destatis [2] zusammen 47,8 Mio. Mg im Jahr 2017. Der Input setzt sich aus den folgenden Abfallarten zusammen:

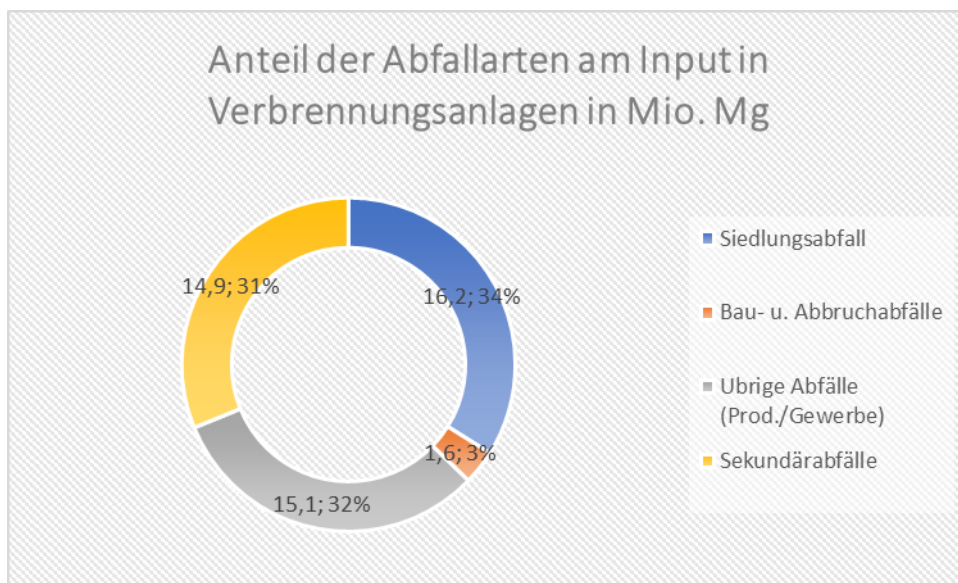


Bild 1: Anteil der Abfallarten am Input in Verbrennungsanlagen 2017, Quelle: Abfallbilanz 2017 [3]

Daraus geht hervor, dass neben gemischten Siedlungsabfallaufkommen, auch das Augenmerk auf die Entwicklung von Sekundärabfällen sowie Produktions- und Gewerbeabfällen gelegt werden muss.

Müllverbrennungsanlagen (MVA) und Ersatzbrennstoff (EBS)-Kraftwerke haben zusammen einen Input von 26,3 Mio. Mg in 2017, entsprechend 55% am Gesamtinput in Verbrennungsanlagen, vgl. Bild 2. Der Input in beide Anlagentypen weist Besonderheiten gegenüber dem Gesamtinput in Verbrennungsanlagen auf. So gehen Siedlungsabfälle ohne Vorbehandlung ausschließlich in MVA und zu einem geringeren Anteil in EBS-Kraftwerke. Sekundärabfälle, vor allem EBS aus Siedlungsabfällen, aber auch aus Produktions- und Gewerbeabfällen stellen einen bedeutenden Input vor allem in EBS-Kraftwerke, aber auch in MVAs dar.

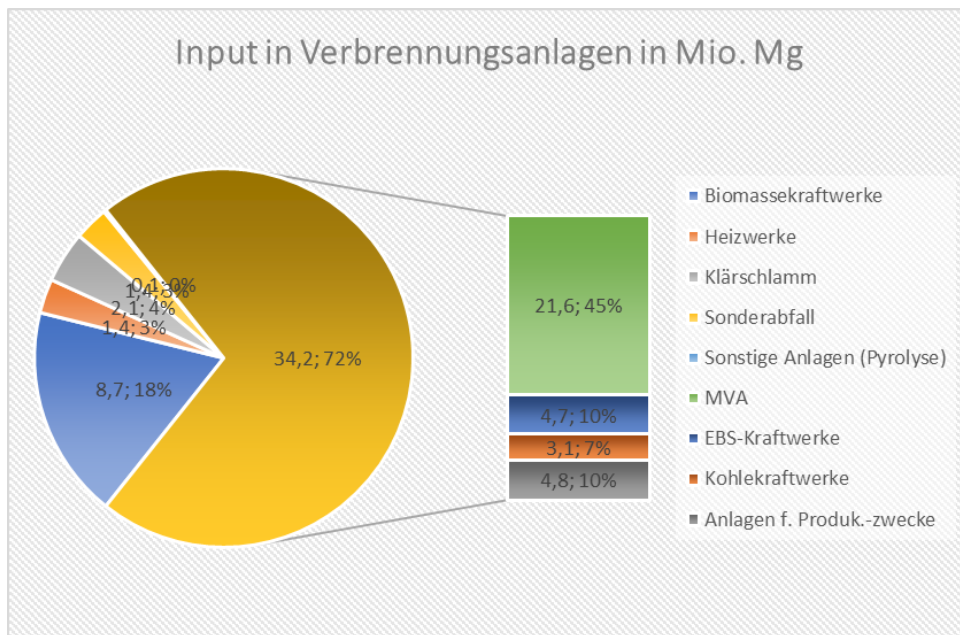


Bild 2: Input in Verbrennungsanlagen und Anteil am Gesamtinput im Jahr 2017, Quelle: Abfallentsorgung 2017 [2]

Von dem Input von 3,1 Mio. Mg in Kohlekraftwerke entfallen laut NABU-Studie 0,8 Mio. Mg auf EBS, die alternativ nach Schließung der Kraftwerke in 2030 in MVA oder EBS-Kraftwerken verbrannt werden müssen. Von dem Input von 4,8 Mio. Mg in Anlagen für Produktionszwecke entfallen 3,6 Mio. auf Zementwerke, welche sich aus EBS vor allem aus Gewerbe- und Produktionsabfällen, aber auch aus Siedlungsabfällen zusammensetzen.

4 Einflüsse auf das Abfallaufkommen

Im Wesentlichen wird die Entwicklung des Abfallaufkommens beeinflusst durch die Bevölkerungsentwicklung und die konjunkturelle Entwicklung.

4.1 Bevölkerungsentwicklung

Im Jahr 2018 lebten rund 83 Mio. Menschen in Deutschland. Im Ergebnis der 14. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung bis zum Jahr 2060 [4] geht hervor, dass ab dem Jahr 2018 eine leichte Bevölkerungszunahme und bis zum Jahr 2030 wiederum eine leichte Bevölkerungsabnahme zu verzeichnen ist. Beispielhaft ist in Bild 3 eine von 4 Varianten der Bevölkerungsentwicklung abgebildet.

Schaubild 3
 Entwicklung der Bevölkerungszahl
 Ab 2019 Ergebnisse der 14. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung

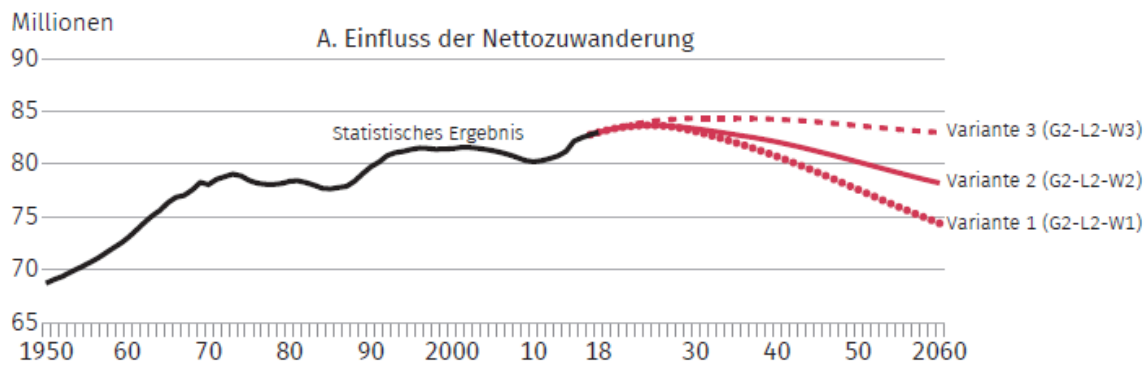


Bild 3: Beispielhafte Entwicklung der Bevölkerungszahl, Variante A Einfluss der Nettozuwanderung, Quelle: 14. Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Destatis 2019[4]

Im Gegensatz zur NABU-Studie, welche von einem Bevölkerungsrückgang auf 80 Mio. Einwohner bis zum Jahr 2030 ausgeht, ist anhand der aktuellen Bevölkerungsvorausberechnung jedoch mit einer gleichbleibend hohen Bevölkerungszahl von rund 83 Mio. Menschen im Jahr 2030 auszugehen.

Allein die Nichtberücksichtigung von 3 Mio. Einwohnern unterschlägt eine Siedlungsabfallmenge von etwa 1,8 Mio. Mg bei gleichbleibendem spezifischem Abfallaufkommen.

4.2 Urbanisierung

Großstädte und Großstadtregionen weisen seit Mitte der 2000er Jahre ein Bevölkerungswachstum auf. In der Summe stieg in 53 der 77 Großstädte die Bevölkerungszahl zwischen 2005 und 2015 um rund 1,4 Mio. Personen an. Dies gilt insbesondere für die „Big Seven“ Berlin, Hamburg, München, Köln, Frankfurt am Main, Stuttgart und Düsseldorf. Aber auch kleinere Großstädte, vor allem solche mit Hochschulen, entwickelten sich ähnlich dynamisch mit Wachstumsraten von über 5 %. Neben den Großstädten konnten 48 % aller Mittel- und 35 % aller Kleinstädte seit 2005 ein Bevölkerungswachstum aufweisen [5].

Der Trend zur Urbanisierung wird sich bis zum Jahr 2030 fortsetzen. Es wird von den Autoren angenommen, dass die Bevölkerung in kreisfreien Großstädten, bei einer gleichzeitigen Abnahme in ländlichen Kreisen, bis zum Jahr 2030 um 2 Millionen Einwohner zunehmen wird.

Ein Wachstum der Stadtbevölkerung ist verbunden mit einem Anstieg des spezifischen Restabfallaufkommens (Haushaltsabfälle und Sperrmüll). Die folgende Auswertung in Tabelle 1 zeigt die Einwohnerstruktur und das spezifische Abfallaufkommen für das Jahr 2017 und eine Prognose für das Jahr 2030 bei gleichbleibendem spezifischem Restabfallaufkommen je Region.

	Einheiten	Kreisfreie Großstädte	Städtische Kreise	Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen	Dünn besiedelte ländliche Kreise	Deutschland, gesamt
Anzahl*		67	131	101	102	401
2030						
Einwohner	Mio. Einw.	26	32	13	11	83
RM, gesamt	Mio. Mg	6,0	5,3	2,3	2,0	15,6
RM spezifisch	kg/Ew,a	230	165	175	176	189
2017						
Einwohner	Mio. Einw.	24	32	14	12	83
RM, gesamt	Mio. Mg	5,6	5,3	2,5	2,1	15,5
RM spezifisch	kg/Ew,a	230	165	175	176	187

*Einzeln auswertbare Kreise und kreisfreie Städte 393

Tab.1: Prognose des Aufkommens an Hausrest- und Sperrmüll (RM) im Jahr 2030 und Gegenüberstellung zu den Daten aus 2017 bei gleichbleibendem Restabfallaufkommen, Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2019[6] Prognose TOMM+C.

Allein die Urbanisierungstendenz in Deutschland, mit dem Effekt, dass 1 Mio. Menschen aus ländlichen Kreisen mit Verdichtungen und 1 Mio. Menschen aus dünn besiedelten Gebieten in die Städte ziehen werden und der Tatsache, dass spezifisch in den Städten mehr Restabfall anfällt, wird die Restabfallmenge um 200.000 Mg ansteigen lassen.

4.3 Konjunktorentwicklung

Das Wirtschaftswachstum hat ebenfalls Einfluss auf das Abfallaufkommen, sowohl bei Haushalten als auch Industrie und Gewerbe. Die Entwicklung des Wirtschaftswachstums ist in Bild 4 dargestellt.

Wirtschaftswachstum in Deutschland¹

Veränderung des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts gegenüber dem Vorjahr in %

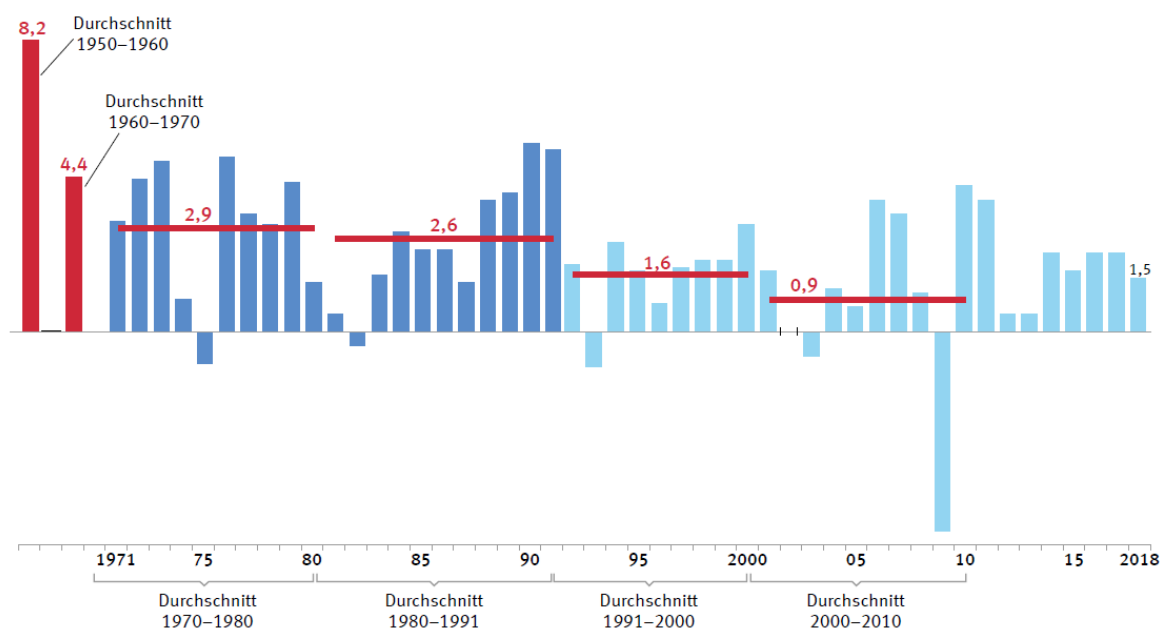


Bild 4: Wirtschaftswachstum in Deutschland, Quelle: Destatis 2019 [7]

Im Zeitraum 2011 bis 2018 ist die Wirtschaft durchschnittlich um 1,8% gewachsen. Bis zum Jahr 2030 kann weiterhin mit einem leichten Wachstum von 1,0 -1,2% gerechnet werden. Dies bedeutet nicht, dass es in einzelnen Jahren nicht zu einer Rezession kommen kann. Aber selbst in der Dekade 2000 bis 2010 mit dem Einbruch in 2008 lag das Wachstum knapp unter 1%.

Die Abfallintensität¹ der Summe aller Abfälle, ist seit 2012 auf dem gleichen Niveau mit Schwankungen um 1%. Eine Entkopplung vom BIP kann nicht festgestellt werden, siehe Bild 5.

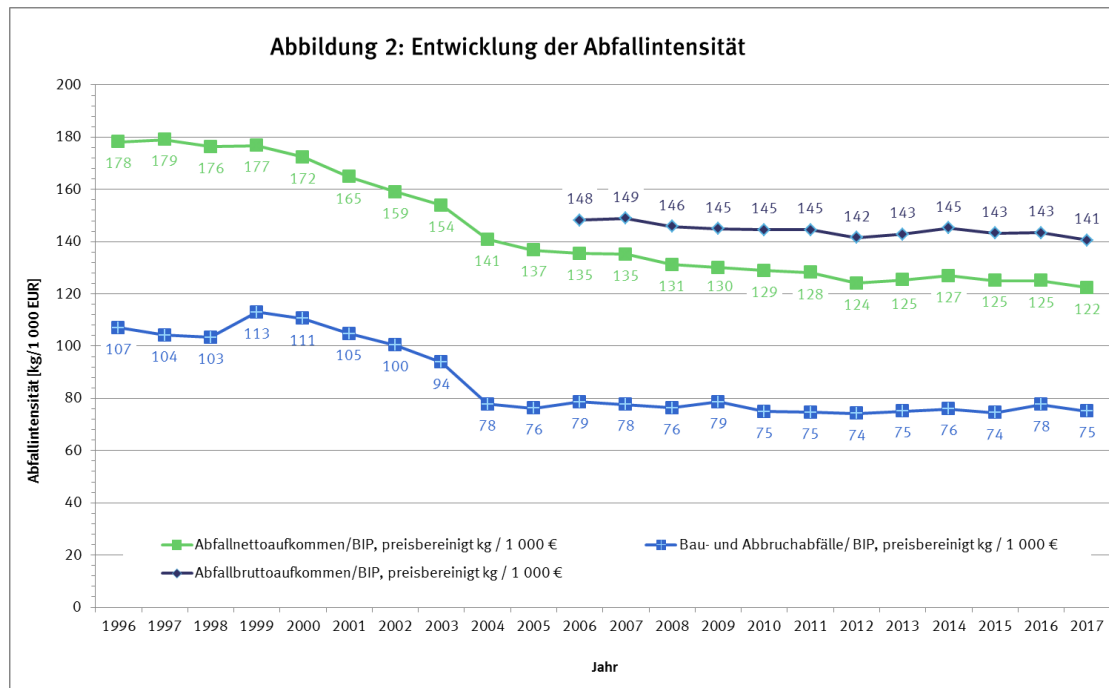


Bild 5: Entwicklung der Abfallintensität 1996 – 2017, Quelle: Abfallbilanz 2017 [3]

Einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Zunahme des BIP und der Zunahme von Leichtverpackungen ist auf Bild 9 zu erkennen.

5 Entwicklung des Abfallaufkommens

5.1 Entwicklung des Siedlungsabfallaufkommens

Im Jahr 2017 betrug das Siedlungsabfallaufkommen 51,8 Mio. Mg [3]. Die Entwicklung des Siedlungsabfallaufkommens und des spezifischen Siedlungsabfallaufkommens sind Bild 6 zu entnehmen.

¹ Die Abfallintensität wird definiert als das Verhältnis des Abfallaufkommens zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) über die Zeit.

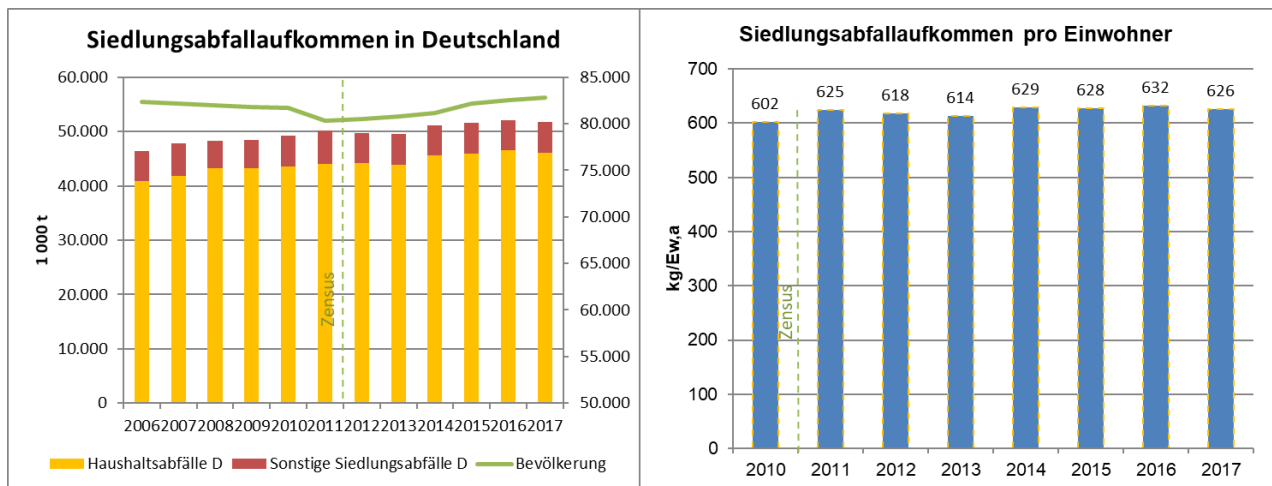


Bild 6: Entwicklung des Siedlungsabfallaufkommens und des spezifischen Siedlungsabfallaufkommens 2010 bis 2017, Quelle: Abfallbilanz 2017 [3]

Trotz Bemühungen zur Abfallvermeidung bleibt das Siedlungsabfallaufkommen seit 2014 über 50 Mio. Mg/a. Auch das spezifische Aufkommen bleibt seit 2011 nahezu konstant mit Schwankungen unter 1 % (625 – 630 kg/Ew,a).

5.2 Entwicklung des Sekundärabfallaufkommens

Destatis weist eine Zunahme des Inputs von Sekundärabfällen von 15,8 Mio. Mg im Jahr 2010 auf 20,9 Mio. Mg im Jahr 2017 für die Summe aller Verbrennungsanlagen auf, welches einer Steigerung um 32% entspricht, vgl. Bild 7.

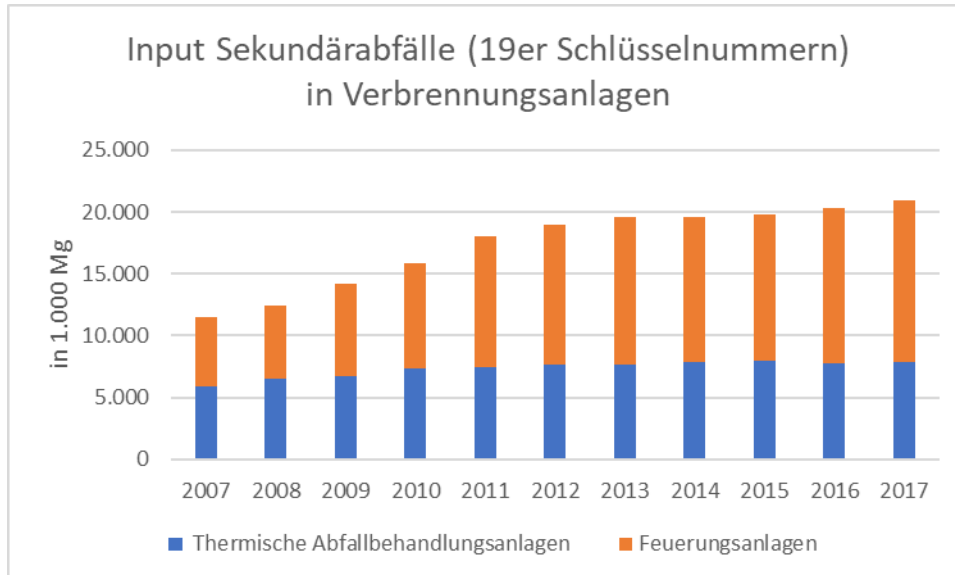


Bild 7: Entwicklung des Inputs von Sekundärabfällen in Verbrennungsanlagen, Quelle: Destatis [2]

Bei Fortsetzung des Trends wird dieser Input bis 2030 weiter zunehmen.

6 Maßnahmen zur Durchsetzung der Abfallhierarchie

Zur Durchsetzung der Abfallhierarchie werden in der NABU-Studie folgende gesetzliche Regelungen und ihr Einfluss auf das Restabfallaufkommen als auch die Sekundärabfälle zur thermischen Verwertung beleuchtet:

- Verpackungsgesetz,
- Gewerbeabfallverordnung,
- Kreislaufwirtschaftsgesetz, getrennte Bioabfallsammlung seit 2015,
- Wiederverwendung und Recycling von Sperrmüll,
- Abfallrahmen- und Einwegkunststoffrichtlinie,
- Verursachergerechte Abfallgebühren
- Weitergehende Maßnahmen zur Vermeidung

Im Folgenden werden das Szenario 1 Umsetzung geltender Gesetze und das Szenario 2 weiterführende Maßnahmen näher betrachtet.

6.1 Verpackungsgesetz und weitere Maßnahmen zur getrennten Erfassung

In der NABU Studie wird bezogen auf die Auswirkungen der Umsetzung des Verpackungsgesetzes allein auf die Veränderungen bei der Sammlung von Leichtverpackungen (LVP) abgehoben. Anhand der LVP-Mengen aus den privaten Haushalten ist, wie in der NABU-Studie, mit einer gleichbleibenden Verbrauchsmenge bis 2030 zu rechnen, vergleiche Zusammenhang LVP Verbrauchsmengen privater Endverbrauch und BIP in Bild 8.

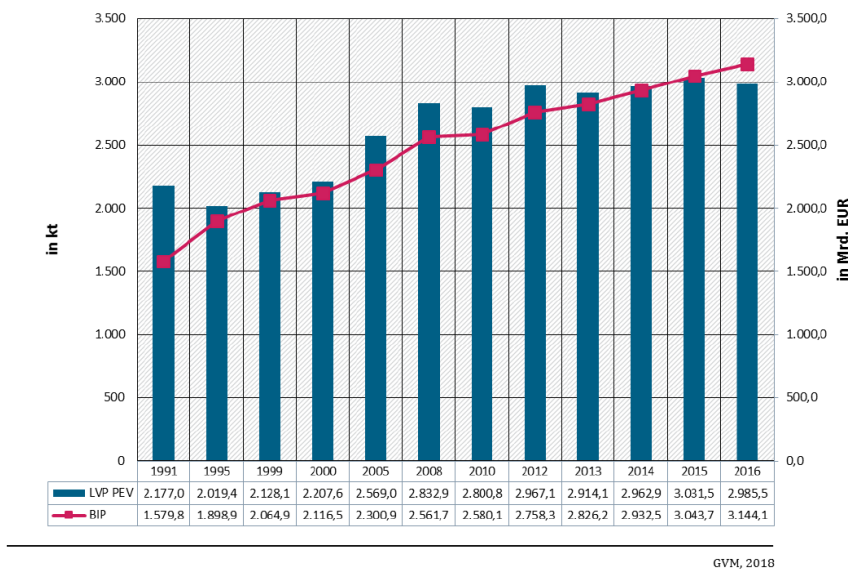


Bild 8: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus LVP privater Endverbraucher und BIP, Quelle: Schüler 2018 [8]

Bei den nicht privaten Endverbrauchern ist jedoch eine deutliche Zunahme der LVP in Übereinstimmung mit der BIP-Zunahme zu erkennen, siehe Bild 9.

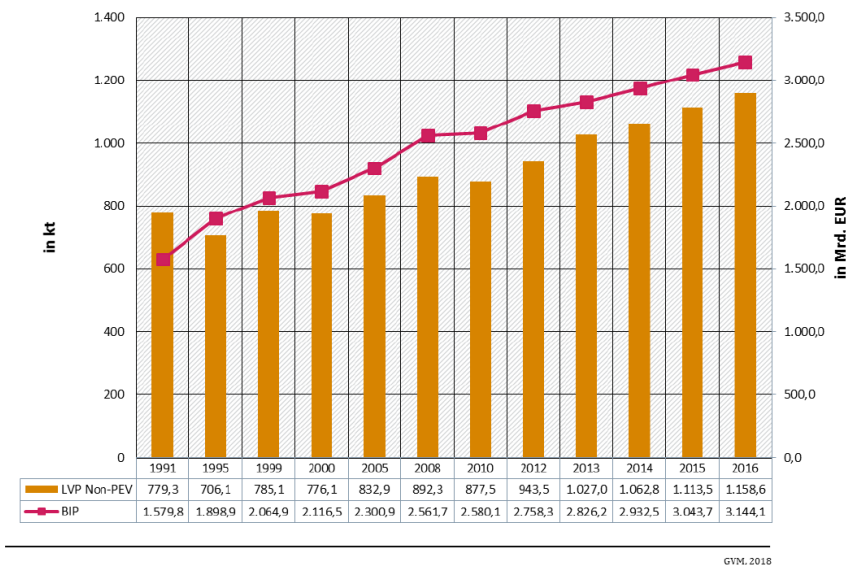


Bild 9: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus LVP nicht privater Endverbraucher und BIP, Quelle: Schüler 2018 [8]

In Folge fortgesetzten Wirtschaftswachstums werden voraussichtlich bis 2030 die LVP-Mengen (Haushalte und Gewerbe) insgesamt anwachsen.

Betrachtet man nur die LVP Sammlung aus **privaten Haushalten** beträgt der Input in Abfallbehandlungsanlagen für das Jahr 2017 laut NABU-Studie [1] 2,75 Mio. Mg (Auswertung TOMM+C Inlandsmengen 2,3 Mio. Mg). Diese Mengen sind gegenüber dem Jahr 2014 (2,5 Mio. Mg, TOMM+C: Inlandsmengen 2,3 Mio. Mg [9]) gleichgeblieben. Aufgrund der gesteigerten Recyclingquote von Kunststoffen des Verpackungsgesetzes (63%) gegenüber der Verpackungsverordnung (36%) aus der LVP-Sammlung kann den zusätzlichen Mengen von 330.000 Mg/a der NABU-Studie zugestimmt werden, ebenso der Annahme, dass nur 75% dieser Menge als Input für MVA und EBS-Kraftwerke verloren gehen, entsprechend **250.000 Mg/a**.

Weiterführende Maßnahmen, die zur Steigerung der getrennt erfassten Mengen von LVP führen, werden in der NABU-Studie wie folgt angegeben:

- 5,3 kg/Ew,a durch Intensivierung der Bemühungen zur getrennten Erfassung (gelber Sack),
- + 6,0 kg/Ew,a durch Ausweitung auf stoffgleiche Nichtverpackungen (Wertstofftonne)
- 11,3 kg/Ew,a Summe Steigerung Getrennterfassung LVP**

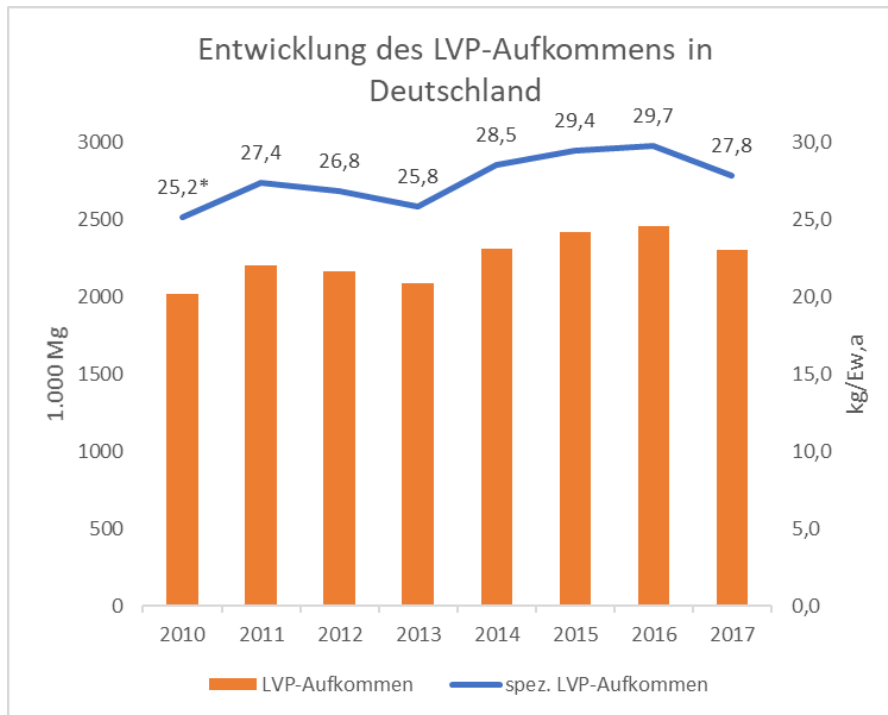
Laut NABU-Studie werden somit 1,5 Mio. Mg/a LVP, bei Annahme von 80 Mio. Einwohnern, zusätzlich getrennt erfasst (1 Mio. Mg gelber Sack, 0,5 Mio. Mg Wertstofftonne). Es fallen laut NABU-Studie davon rund 330.000 Mg/a Sortierreste an, entsprechend 22%, die einer thermischen Verwertung zugeführt werden, sowie weitere 90.000 Mg/a Sortier- und Aufbereitungsreste (TOMM+C: 1,5 Mio Mg – 0,33 Mio. Mg – 0,09 Mio. Mg = 1,08 Mg/a). Insgesamt gehen laut NABU Studie der Verbrennung 950.000 Mg/a Mengen durch die Intensivierung der getrennten Sammlung verloren. Zuzüglich der Kunststoffmengen von 250.000 Mg/a, die in das stoffliche Recycling umgeleitet werden, ergeben sich **1,2 Mio. Mg/a**, die nicht mehr in die thermische Verwertung gelangen.

Diese Rechnung kann nicht nachvollzogen werden, 11,3 kg/Ew,a entsprechen nach Rechnung bei 80 Mio. Einwohnern 904.000 Mg/a zusätzlich getrennt erfasste LVP-Mengen, mit 22% Sortierresten, entsprechend rd. 200.000 t/a, die einer thermischen Verwertung

zugeführt werden, somit reduzieren sich die Mengen, die der thermischen Verwertung verloren gehen, um ca. 700.000 Mg/a. Zusammen mit den 250.000 Mg/a recyceltem Kunststoff würden insgesamt **950.000 Mg/a** nicht mehr in die thermische Verwertung gelangen.

NABU überschätzt damit den Effekt um rund eine Viertel Million Mg.

Abgesehen von dem Rechenfehler erscheint eine Steigerung der Sammelmengen um 11,3 kg/Ew,a bis 2030 als unrealistisch. Im Zeitraum von 2010 bis 2017 sind die getrennt erfassten LVP- Mengen von 2,0 Mio. Mg im Jahr 2010 auf 2,5 Mio. Mg im Jahr 2016 angewachsen, seit etwa 2014 liegen keine nennenswerten Steigerungen mehr vor, vgl. Bild 10.



*Einwohnerzahl 2010 liegt nur auf Grundlage älterer Zählungen vor dem Zensus 2011 vor und wurde anhand der Werte für 2017 interpoliert

Bild 10: Entwicklung des LVP-Aufkommens (ohne Ausland) in Deutschland 2010 – 2017, Quelle: Destatis² [10]

Das spezifische LVP-Abfallaufkommen ist im gleichen Zeitraum von 25 kg/Ew,a auf über 29 kg/Ew,a, also um etwa 4 kg/Ew,a angestiegen.

Bei der LVP-Sammlung (gelber Sack) handelt es sich um ein seit geraumer Zeit eingeführtes Verfahren. Das spezifische LVP-Aufkommen von 2017 von rund 28 kg/Ew,a zeigt, dass keine weiteren Steigerungen deutschlandweit zu erwarten sind. Das Scheitern eines Wertstoffgesetzes, aufgrund der ungelösten Konflikte zwischen öffentlich rechtlichen und privaten Entsorgern sowie Systembetreibern und der fehlende Anreiz durch das Verpackungsgesetz eine Wertstofftonne zur gleichzeitigen Einsammlung stoffgleicher Nichtverpackungen (StNVP) flächendeckend einzuführen, legen nahe, dass es trotz verstärkter Maßnahmen, wie sie in der NABU-Studie beschrieben wurden, bis 2030 keine Steigerung der LVP/StNVP-Getrennterfassung von 11,3 kg/Ew,a möglich sein wird. Gegebenenfalls lässt sich eine Steigerungsrate, wie sie in dem betrachteten Siebenjahreszeitraum (0,6 kg/Ew,a) vorlag, aufrecht erhalten, so dass bis 2030 rund 7 kg/Ew,a zusätzlich getrennt erfasst werden können.

² Auswertung der Abfallschlüsselnummern (EAVs): 150105, 15010601, 15010602, 200199017

Bei einer Einwohnerzahl von 83 Mio. im Jahr 2030 ergeben sich zusätzliche LVP-Mengen von rd. 580.000 Mg; mit einem Anteil von 22% Sortierresten, entsprechend 127.600 Mg, die einer thermischen Verwertung zugeführt werden, gehen rund **450.000 Mg** weniger in die thermische Verwertung.

Nach Ansicht der Autoren überschätzt NABU in Summe also den Effekt um 500.000 Mg.

6.2 Gewerbeabfallverordnung

Bei konsequenter Umsetzung der Gewerbeabfallverordnung und einem gleichbleibenden Aufkommen an gemischten Gewerbeabfällen von 6 Mio. Mg/a, wie in der Begründung zur Verordnung beschrieben, sollen folgende Effekte erreicht werden:

- Getrennterfassung von 25% des Gesamtaufkommens (1,5 Mio. Mg)
- Rest gemischte Abfälle (4,5 Mio. Mg)
- Davon direkte Verbrennung 20% wegen technischer, wirtschaftlicher Unmöglichkeit (0,9 Mio. Mg)
- Davon Vorbehandlung in Sortieranlage (3,6 Mio. Mg)
- Recyclingquote 30% (1,1 Mio. Mg)
- Rest 2,5 Mio. Mg (70%) in die Thermische Verwertung.

Gegenwärtig (Auswertung des Jahres 2015 [11]) werden 43% (2,6 Mio. Mg) der gemischten Gewerbeabfälle direkt der thermischen Verwertung und 42% (2,5 Mio. Mg) einer Sortieranlage und 15% (0,9 Mio. Mg) MBAs und sonstigen Anlagen zugeführt. Die Recyclingquote von Sortieranlagen für Gewerbeabfälle liegt derzeit bei etwa 17% und somit gehen 83% (2,1 Mio. Mg) in die Verbrennung. Insgesamt gelangen derzeit 4,7 Mio. Mg in die Verbrennung.

Nach Umsetzung der Gewerbeabfallverordnung würden nur mehr 0,9 Mio. Mg direkt thermisch verwertet. Von den 1,5 Mio. Mg, die getrennt erfasst werden, werden 22% (0,3 Mio. Mg) und aus den in der Sortieranlage behandelten Mengen 70% (2,5 Mio. Mg) wieder einer thermischen Verwertung zugeführt. Insgesamt gelangen 3,7 Mio. Mg in die Verbrennung. Dies entspricht einer Reduktion gegenüber dem Status Quo von **1,0 Mio. Mg**. Dabei ist zu berücksichtigen, dass derzeit kaum eine Sortieranlage 30% des Inputs stofflich verwerten kann. Nach Ansicht der Autoren wird diese Quote deshalb der Überprüfung, wie sie in der Verordnung auch vorgesehen ist nicht standhalten und herabgesetzt werden.

In der NABU-Studie wird von einer Reduktion von 1,7 Mio. Mg ausgegangen, die nicht mehr direkt einer Verbrennung zugeführt werden, wobei Sortierreste in Höhe von 0,3 Mio. Mg MVA und EBS-Kraftwerken zugeführt werden, so dass sich die Verbrennungsmengen auf **1,4 Mio. Mg** reduzieren. In der NABU-Studie wird berücksichtigt, dass durch die vermehrte Vorbehandlung der Gewerbeabfälle in Sortieranlagen von 1,1 Mio. Mg gegenüber dem Status Quo, ein größerer Anteil von ca. 40% der Sortierreste in Zementwerken verbrannt werden und somit dem Input in MVA und EBS-Kraftwerken verloren gehen.

Nach Ansicht der Autoren werden sich die Inputmengen in Zementwerke bis 2030 für EBS aus Gewerbesortieranlagen nicht in diesem Maße steigern lassen, zumal durch das Importverbot für Kunststoffabfälle nach China den Zementwerken große Mengen an Ersatzbrennstoffen besserer Qualitäten zur Verfügung stehen. Selbst wenn die 30% Quote Recycling aus Sortieranlagen Bestand hat, überschätzt die NABU-Studie demnach den Effekt um 400.000 Mg.

6.3 Getrennte Erfassung von Bioabfällen

Seit 01.01.2015 ist die flächendeckende Bioabfallerfassung nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz vorgeschrieben. Die derzeitige spezifische Bioabfallmenge liegt laut NABU-Studie bei 53,5 kg/Ew,a (bei 4,46 Mio. Mg Bioabfall pro Jahr und 82,8 Mio. Einwohnern [3]). In der NABU-Studie wird als Prognose bis 2030 eine spezifische Bioabfallmenge von 107 kg/Ew,a welche in einigen ausgewählten Gebieten Deutschlands auch erreicht wird, angesetzt.

Anhand von Bild 11 lässt sich ablesen, dass es im Jahr vor der Gesetzesänderung und in den Jahren nach 2015 zu einem abgeflachten Anstieg der getrennt gesammelten Bioabfälle gekommen ist. Die Autoren gehen davon aus, dass, angesichts der geringen Steigerungsraten bis zum Jahr 2017, nur 70 kg/Ew,a im Jahr 2030 als realistisch anzusehen sind. Selbst diese werden als schwer erreichbar erachtet.

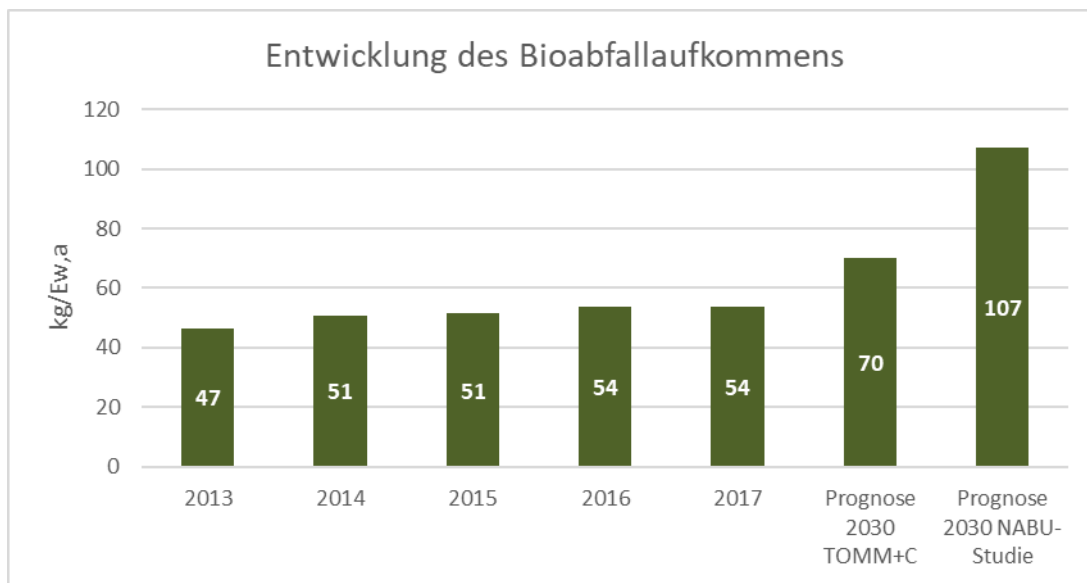


Bild 11: Entwicklung des spezifischen Bioabfallaufkommens 2013 – 2017, Abfallbilanz 2017 [3] und Prognose für 2030 von TOMM+C, NABU-Studie [1]

Dies wird mit Hilfe der Auswertung der Regionaldaten zu Haushaltsabfällen [6] auf Ebene der Kreise und kreisfreien Städte näher begründet. In den Regionaldaten wird das Bioabfallaufkommen von 2017, abweichend von der Abfallbilanz 2017 (54 kg/Ew,a), mit einer höheren Sammelmenge von rund 59 kg/Ew,a (4,9 Mio. Mg bei 82,5 Mio. Einwohnern) angegeben. Im Bundesländervergleich zeigen sich deutliche Unterschiede, siehe Bild 12.

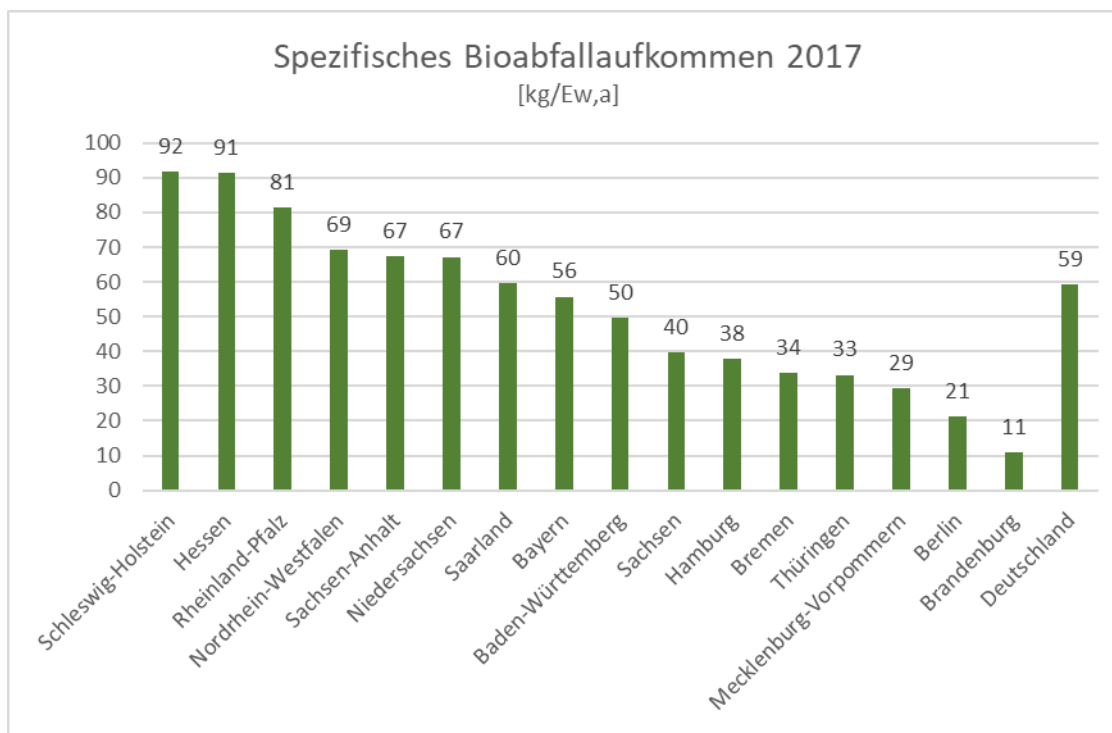


Bild 12: Spezifisches Bioabfallaufkommens 2017 in den 16 Bundesländern und Deutschland, Auswertung Regionaldatenbank [6]

Insbesondere die östlichen Bundesländer, aber auch die Stadtstaaten (Berlin, Bremen und Hamburg) liegen deutlich unter dem bundesdeutschen Durchschnitt. Der Unterschied zwischen urbanen und ländlichen Gebieten tritt besonders zu Tage, wenn man die Siedlungsstrukturen auswertet, siehe Tabelle 2.

	Einheiten	Kreisfreie Großstädte	Städtische Kreise	Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen	Dünn besiedelte ländliche Kreise	Deutschland, gesamt
Anzahl*		67	131	101	102	401
2017						
Einwohner	Mio. Einw.	24	32	14	12	83
Bioabfall, gesamt	Mio. Mg	0,9	2,5	0,9	0,6	4,9
Bioabfall, spezifisch	kg/Ew,a	38	77	65	49	59

*Einzel auswertbare Kreise und kreisfreie Städte 393

Tab. 2: Bioabfallaufkommen und spezifisches Bioabfallaufkommens 2017 nach Siedlungsstrukturen, Auswertung Regionaldatenbank [6]

Hieran ist erkennbar, dass die kreisfreien Großstädte mit 38 kg/Ew,a das niedrigste Bioabfallaufkommen aufweisen, gefolgt von dünn besiedelten ländlichen Kreisen mit 49 kg/Ew,a. Betrachtet man nun den prozentualen Anteil der Bevölkerung gegenüber der spezifischen Bioabfallmenge ergibt sich Bild 13.

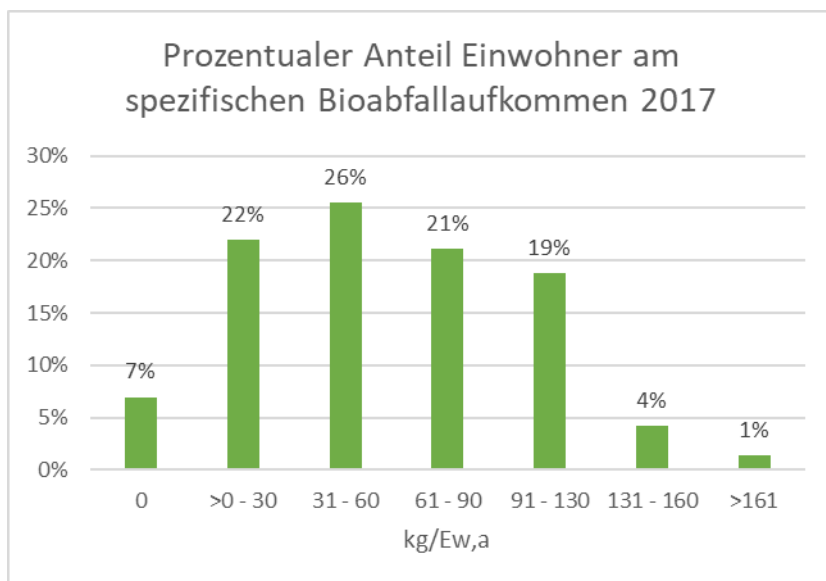


Bild 13: Prozentualer Anteil der Einwohner am spezifischen Bioabfallaufkommen 2017, Auswertung auf Kreisebene, Quelle: Regionaldatenbank [6]

Im Jahr 2017 entfallen auf 29% aller Einwohner der Kreise und kreisfreien Städte spezifische Bioabfallaufkommen kleiner gleich 30 kg/Ew,a, davon sind noch 7% der Einwohner ohne Biotonne. Ein Bevölkerungsanteil von 24% aller Kreise und kreisfreien Städte erreicht Sammelmengen von >90 kg/Ew,a. Zwischen 31 und 90 kg/Ew,a werden von 47% aller Einwohner erreicht.

Für die Prognose der Autoren wird angenommen, dass alle Kreise und kreisfreien Städte bis 2030 Biotonnen anbieten und mindestens ein spezifisches Bioabfallaufkommen von 45 kg/Ew,a erreicht haben und sich ansonsten keine Änderungen bei den Sammelquoten ergeben. Mit den Regionaldaten aus 2017 ergibt sich folgende Prognose nach Siedlungsstrukturen, siehe Tabelle 3. Hierin sind die Urbanisierungstendenzen aus Tabelle 1 mitberücksichtigt.

	Einheiten	Kreisfreie Großstädte	Städtische Kreise	Ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen	Dünn besiedelte ländliche Kreise	Deutschland, gesamt
Anzahl*		67	131	101	102	401
2030						
Einwohner	Mio. Einw.	26	32	13	11	83
Bioabfall, gesamt	Mio. Mg	1,3	2,7	1,0	0,7	5,8
Bioabfall, spezifisch	kg/Ew,a	51	83	78	66	70
2017						
Einwohner	Mio. Einw.	24	32	14	12	83
Bioabfall, gesamt	Mio. Mg	0,9	2,5	0,9	0,6	4,9
Bioabfall, spezifisch	kg/Ew,a	38	77	65	49	59

*Einzeln auswertbare Kreise und kreisfreie Städte 393

Tab. 3: Gegenüberstellung Bioabfallaufkommen und spezifisches Bioabfallaufkommens 2017 und Prognose 2030 nach Siedlungsstrukturen, Auswertung Regionaldatenbank [6], eigene Annahmen (mind. 45 kg/Ew,a auf Kreisebene, in kreisfreien Städten)

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Sammelquoten in den kreisfreien Großstädten und dünn besiedelten ländlichen Kreisen um ca. 35% gegenüber 2017 gesteigert werden, in städtischen Kreisen um 8% und in ländlichen Kreisen mit Verdichtungsansätzen um 20%.

Um die Prognose aus der NABU-Studie von 107 kg/Ew,a zu erreichen, muss hingegen in allen Kreisen und kreisfreien Städten eine Mindestsammelquote von 102 kg/Ew,a erreicht werden, wenn angenommen wird, dass die heute schon höher liegenden Sammelquoten gleichbleiben. Für die Großstädte bedeutet dies eine Steigerung gegenüber 2017 um rund 170%, für die dünn besiedelten Kreise um rund 108%.

Insgesamt ist anzumerken, dass neben den Sammelquoten auch die Qualität des gesammelten Bioabfalls von entscheidender Bedeutung für eine stoffliche Verwertung, entsprechend der gestiegenen Anforderungen der Düngegesetzgebung und der Güteüberwachung, ist. Neue Berichte von Veolia im EUWID 1919 [12] sprechen von einem gestiegenen Störstoffanteil in Bioabfällen. So stieg die Siebrestquote von elf Prozent im Jahr 2013 auf inzwischen 19% im Jahr 2019 an. Die Bürger entsorgten ihre Bioabfälle inzwischen schlechter als noch vor Jahren und benutzten die Biotonne als Restabfallbehälter.

Diese Problematik ist besonders hoch in Großstädten und wird sich mit den gesteigerten Sammelmengen deutlich ausweiten.

Bei der Prognose von TOMM+C ergibt sich eine Steigerung der getrennten Bioabfallsammlung um 16,5 kg/Ew,a. Bei einer Bevölkerungszahl von 83 Mio. ergibt sich eine Menge von rd. 1,4 Mio. Mg, die nicht mehr als Restabfall verwertet werden. Geht man davon aus, dass 85% davon in die thermische Verwertung und 15% in MBA's³ gehen, werden **1,2 Mio. Mg** nicht mehr thermisch verwertet.

Die NABU-Studie geht hingegen von einer Steigerung der Bioabfallsammlung um 53,5 kg/Ew,a aus. Dies entspricht bei einer Bevölkerungszahl von 80 Mio. in 2030 einer Bioabfallmenge von 4,3 Mio. Mg. Daraus ergibt sich eine Reduktion der Mengen, die in die Verbrennung gelangen, von **3,7 Mio. Mg**.

Weiterhin ist zu beachten, dass aus Klimagesichtspunkten Bioabfälle in Vergärungsanlagen behandelt werden sollten, um vergleichbare Einsparungen an CO₂-Äquivalenten wie energieeffiziente thermische Verwertungsanlagen zu erreichen. Hier ist bis 2030 ein entsprechender Kapazitätsausbau erforderlich. Entsprechend des Biogasatlases 2014/2015 [13] standen im Jahr 2014 75 Anlagen, die vorwiegend Bioabfall und Grünabfall der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger verwerten, mit 2,4 Mio. Mg Kapazität pro Jahr zur Verfügung, davon Vergärungsanlagen mit 1,9 Mio. Mg/a. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Anlagenkapazität für Vergärungsanlagen von 25.000 Mg/a. In Vergärungsanlagen wird vorwiegend Bioabfall zu rund 85% des Inputs verwertet. Im Biogasatlas wird bis zum Jahr 2025 mit einem Zubau an Vergärungsanlagen bis zu einer Kapazität von 5,5 Mio. Mg/a ausgegangen. Somit würden dann ca. 4,5 Mio. Mg/a für Bioabfall zur Verfügung stehen. Dies entspricht einem Zubau gegenüber 2014/2015 von 3,6 Mio. Mg/a, entsprechend 144 Anlagen, wenn eine durchschnittliche Kapazität von 25.000 Mg/a angenommen wird.

Bei der Prognose von TOMM+C wären im Jahr 2030 **5,7 Mio. Mg/a** und entsprechend der NABU-Studie **8,2 Mio. Mg/a** Bioabfälle in Vergärungsanlagen zu verwerten. Demnach

³ Entsprechend der Abfallbilanz von 2017 [3] wurden im Jahr 2017 80% der Restabfälle in thermischen Beseitigungs- und Verwertungsanlagen und 20% in MBAs behandelt. Im Jahr 2030 werden etwa MBA Kapazitäten in Höhe von etwa 1 Mio. Mg geschlossen sein, so dass sich der Anteil der thermischen Verwertung auf 85% erhöht.

müssten bei 85% Bioabfallinput bis zum Jahr 2030 insgesamt rund 6,6 Mio. Mg/a (TOMM+C) bzw. rund 9,4 Mio. Mg/a (NABU) Kapazitäten für die Behandlung von Bioabfällen zur Verfügung stehen. Gegenüber dem Stand 2014/2015 müssten weitere Kapazitäten in Höhe von 4,7 Mio. Mg/a (TOMM+C) bzw. 7,5 Mio. Mg/a (NABU) geschaffen werden. Bei einer durchschnittlichen Kapazität von 25.000 Mg/a, müssten demnach weitere rund 190 bzw. 300 Vergärungsanlagen bis zum Jahr 2030 in Betrieb gehen, die das Genehmigungsverfahren nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz durchlaufen haben. Das entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Zubau von 13 Vergärungsanlagen bzw. 20 -anlagen in 15 Jahren. Beide Szenarien werden als schwer erreichbar eingeschätzt.

Bei diesem Reduktionsszenario ergibt sich die weitaus größte Differenz. Die Autoren gehen davon aus, dass die NABU-Studie den Effekt um 2,5 Mio. Mg überschätzt.

7 Szenario 1: Vollzug gültiger Gesetze

Das in der NABU- Studie aufgestellte Szenario zum Vollzug gültiger Gesetze geht von einer Reduktion der Inputmengen von 26,3 Mio. Mg im Jahr 2017 in die MVA und EBS-Kraftwerke auf 20,95 Mio. Mg im Jahr 2030 aus, welches einer Reduktion um **5,35 Mio Mg** entspricht, vgl. Tabelle 4.

	Hausrest- abfall	Sperrmüll	hausmüllähn- Gewerbeabfall	EBS	Sonstiges	Importe	Gesamt
	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg
MVA und EBS-KW Input 2017	9,9	1,2	2,3	9,1	2,3	1,5	26,3
Reduktion durch Vollzug gültiger Gesetze							
Bioabfall Getrennt- erfassung 107 kg/Ew,a	3,7						3,7
Verpackungsgesetz				0,25			0,25
GewerbeabfallV			1,4				1,4
Erreichte Gesamtreduktion	3,7		1,4	0,25			5,35
Verbleibende Men- gen für energetische Verwertung	6,2	1,2	0,9	8,85	2,3	1,5	20,95

Tab. 4: Gegenüberstellung der Gesamtreduktionen und der für die energetische Verwertung in MVA und EBS-KW nach der Reduktion durch den Vollzug gültiger Gesetze und Verordnungen verbleibenden Mengen, Quelle: NABU-Studie [1]

Dagegen kommt TOMM+C mit den Annahmen zum Vollzug gültiger Gesetze bestenfalls auf eine verbleibende Inputmenge von 23,8 Mio. Mg, entsprechend einer Reduktion um **2,5 Mio. Mg**, vgl. Tabelle 5.

	Hausrest- abfall	Spermmüll	hausmüllähn- Gewerbeabfall	EBS	Sonstiges	Importe	Gesamt
	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg	Mio. Mg
MVA und EBS-KW Input 2017	9,9	1,2	2,3	9,1	2,3	1,5	26,3
Reduktion durch							
Vollzug gültiger Gesetze							
Bioabfall Getrennt- erfassung 70 kg/Ew, a	1,2						1,2
Verpackungsgesetz				0,25			0,25
GewerbeabfallV			1,0				1,0
Erreichte Gesamtreduktion	1,2		1,0	0,25			2,5
Verbleibende Men- gen für energetische Verwertung	8,7	1,2	1,3	8,85	2,3	1,5	23,8

Tab. 5: Gegenüberstellung der Gesamtreduktionen und der für die energetische Verwertung in MVA und EBS-KW nach der Reduktion durch den Vollzug gültiger Gesetze und Verordnungen verbleibenden Mengen, Quelle: TOMM+C

8 Szenario 2 Weiterführende Maßnahmen

Hier wurde in der NABU-Studie vor allem das Potenzial zusätzlicher getrennter Sammlung von LVP-Verpackungen (0,95 Mio. Mg/a) und weiterführendes Recycling von Spermmüll (0,6 Mio. Mg/a) betrachtet. Somit ergibt sich eine Reduktion des Inputs um 6,9 Mio. Mg auf 19,4 Mio. Mg/a im Jahr 2030.

Nach Einschätzung von den Autoren ist allein bei der LVP-Sammlung ggf. noch ein Potenzial von 450.000 Mg/a gegeben, vgl. Kapitel 6.1.1. Wodurch sich die verbleibenden Mengen für die energetische Verwertung um insgesamt rund 3 Mio. Mg auf 23,3 Mio. Mg/a im Jahr 2030 reduzieren ließe.

9 Schlussfolgerung

Beim Basisszenario 1 überschätzt NABU das Verringerungspotenzial in die thermische Verwertung um mindestens 2,8 Mio. Mg bei Szenario 2 Weitergehende Maßnahmen um 3,9 Mio. Mg/a.

Der Zeitansatz zum Revamping alter Anlagen ist absolut willkürlich, da er die spezifische Situation der Anlagen mit den Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen nicht wiedergibt.

Die Bevölkerungsentwicklungsannahmen werden offiziell nicht mitgetragen. Es fehlen 2030 3 Mio. Einwohner.

Die Entwicklung der Siedlungsabfallmengen durch Verstädterung und Reduzierung der Haushaltsgröße wird eher zunehmen. Durch mangelhafte Trennung und intelligente Fehlwürfe wird der Sekundärabfallbereich weiter ansteigen. Destatis weist eine Zunahme des Inputs von Sekundärabfällen im Jahr 2017 gegenüber 2010 um 32% aus. Entsprechend der NABU-Studie liegt der Input an EBS in MVA und EBS-Kraftwerke im Jahr 2017 abgeschätzt bei

9,1 Mg EBS, entsprechend rund 35% des Inputs. Bei Fortsetzung des Trends wird dieser Input bis 2035 weiter zunehmen.

Unstrittig ist, dass die Mitverbrennung in der Kohle keine Zukunft hat. Damit werden für mindestens 3 Mio. Mg neue Kapazitäten benötigt werden. Auch das Schließen von MBA-Anlagen um Kapazitäten von 1 Mio. Mg/a bis zum Jahr 2030 wird sich in erhöhtem Input von Restabfall in MVA und EBS-Kraftwerke von ca. 600 - 700.000 Mg/a [14] niederschlagen.

Einer möglichen Reduzierung der EBS-Importe von 1,5 Mio. Mg/a im Jahr 2017 auf ggf. 1 Mio. Mg/a im Jahr 2030, entsprechend der gesamten Importmengen aus Großbritannien im Jahr 2017 von 0,5 Mio Mg [15]), stehen somit Zunahmen durch die Schließung der MBAs und der Kohlekraftwerke gegenüber.

Gemäß den Berichten der ITAD und einzelner Anlagenbetreiber werden die thermischen Verwertungsverfahren derzeit am Limit mit zum Teil knapp über 100% gefahren. Nachhaltig ist eine Fahrweise um die 90% (Kapazität MVA/EBS-Kraftwerke 26,5 Mio. Mg/a x 90% = 23,9 Mio. Mg/a). Damit reduziert sich die zur Verfügung stehende Kapazität um etwa 1 Mio. Mg/a.

Sofern der Blickwinkel der Autoren stimmt, reicht die Verringerung der Abfallmenge um bis zu 3 Mio. Mg bei Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben nicht aus, um die 4 Mio. Mg Kapazitätsreduktion zu kompensieren. Dazu kommt, dass die größte Reduktion durch Sammlung von Bioabfällen erfolgen wird. Dies führt dazu, dass der Heizwert der Restabfälle steigen wird. Naturgemäß führt dies dazu, dass weniger Abfall in die dampfmäßig limitierten Verbrennungsanlagen (vor allem MVAs) gefahren werden kann.

Deshalb ist es nach Ansicht der Autoren nicht zu verantworten, einen Abbau thermischer Verwertungs Kapazität zu propagieren. Selbst die Ausbauprojekte, die die Autoren realistisch bei etwa 1 Mio. Mg sehen, haben ihre Daseinsberechtigung, sofern die anvisierten Vermeidungs- und Verwertungskonzepte des Gesetzgebers nicht vollumfänglich greifen.

10 Literaturverzeichnis

- [1] Dehoust, G.; Alwast, H.: „Kapazitäten der energetischen Verwertung von Abfällen in Deutschland und ihre zu-künftige Entwicklung in einer Kreislaufwirtschaft“, Berlin, 27.09.2019
- [2] Abfallentsorgung 2017, Fachserie 19 Reihe 1, Statistisches Bundesamt (Destatis), erschienen im Jahr 2019
- [3] Abfallbilanz 2017, Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019
- [4] Bevölkerung im Wandel, Annahmen und Ergebnisse der 14. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2019
- [5] Raumordnungsbericht 2017, Herausgeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
- [6] Haushaltsabfälle, Statistik der öffentl.-rechtl. Abfallentsorgung 2017, regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2019
<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/>
- [7] Bruttoinlandsprodukt 2018 für Deutschland, Begleitmaterial zur Pressekonferenz am 15. Januar 2019 in Berlin, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2019

- [8] Schüler, K.: „Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016“, UBA-Texte 58/2018
- [9] Destatis (2014): Abfallentsorgung 2014, Fachserie 19 Reihe 1, Statistisches Bundesamt (Destatis), erschienen im Jahr 2015
- [10] Destatis, Abfallentsorgung Fachserie 19 Reihe 1, der Jahre 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017
- [11] Obermeier, T.; Lehmann, S.: „Erfüllt die neue Gewerbeabfallverordnung den Anspruch maßgeblich zur Erhöhung der Recyclingquote beizutragen – oder bleibt sie ein Papiertiger?“, Müll und Abfall, 08/2018
- [12] EUWID 47/2019: „Veolia kritisiert hohen Störstoffanteil im Bioabfall“, vom 19.11.2019
- [13] Kern, M.; Raussen, T.: Biogas-Atlas 2014/2015, Anlagenhandbuch der Vergärung biogener Abfälle in Deutschland und Europa, Witzhausen 2014
- [14] Best Practice Municipal Waste Management, Datenblatt Index-No. WT/S-01_MBT, Mechanisch-biologische Behandlung/Stabilisierung von Abfällen
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/abfallaufbereitung_mech-biol_behandlung_mbt.pdf
- [15] EUWID Ausgabe 6/2019: “Deutsche EBS-Importe aus England sinken 2018 um ein Viertel auf unter 500.000 Tonnen“, vom 05.02.2019