

# 12.20

## Müll und Abfall

52. Jahrgang  
Dezember 2020  
Seite 597-648

[www.MUELLundABFALL.de](http://www.MUELLundABFALL.de)

Fachzeitschrift  
für Kreislauf-  
und Ressourcen-  
wirtschaft



### Gewerbeabfallverordnung Praxiskommentar

Von Dr. jur. Jean Doumet und Dr. jur. Holger Thärichen

2., völlig neu bearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage 2021,  
ca. 530 Seiten, Preis folgt, ISBN 978-3-503-19441-4

eBook: Preis folgt, ISBN 978-3-503-19442-1

Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 133

Online informieren und bestellen:  [www.ESV.info/19441](http://www.ESV.info/19441)



# Perspektiven der thermischen Abfallbehandlung – Roadmap TAB 2040

## Perspectives of thermal waste treatment – Roadmap 2040

Dr. Bärbel Birnstengel, Dr. Jochen Hoffmeister und Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich



**Dr. Bärbel Birnstengel** ist Leiterin des Bereiches Abfall & Sekundärrohstoffe bei der Prognos AG.



**Dr. Jochen Hoffmeister** leitet seit 2004 die Geschäftseinheit Wirtschaft, Energie und Infrastruktur sowie den Prognos Standort Düsseldorf.



**Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich** ist Inhaber des Lehrstuhls für Ressourcen- und Energiesysteme an der Technischen Universität Dortmund. Er ist Vorstand des INZIN Instituts für die Zukunft der Industriegesellschaft in Düsseldorf. Zudem ist er Co-Vorsitzender der Ressourcenkommission am Umweltbundesamt.

### Zusammenfassung

Die thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) werden auch im Jahr 2040 noch ausgelastet sein. Das ist das Ergebnis einer systematisch durchgeführten Analyse des gesamten Marktumfeldes der TAB. Im klassischen Bereich der thermischen Verwertung von Abfällen aus Haushalten und Gewerbe wird der Mengenzuwachs durch die demografische und wirtschaftliche Entwicklung von 2,25 Mio. t durch ein intensiveres Recycling dieser Fraktionen im Umfang von 6,28 Mio. t mehr als kompensiert. Die frei werdenden Kapazitäten werden kurz-, mittel- und langfristig aller Voraussicht nach benötigt, um Fraktionen thermisch zu verwerten, deren Umfang deutlich zunehmen wird, für die es aber zur thermischen Verwertung keine Alternativen mehr gibt oder die durch veränderte gesetzliche Regelungen notwendigerweise thermisch zu verwerten sind. Die TAB werden zudem über die Gewährleistung der Entsorgungssicherheit hinaus auch als multifunktionale Infrastruktureinrichtung der Städte und Gemeinden noch weitere wichtige Funktionen haben.

### Abstract

Thermal waste treatment plants will still be running at full capacity in 2040. This is the result of a systematic analysis of the market environment of thermal waste treatment plants. In comparison to 2017, for waste from households and industry, there will be a volume growth of 2.25 million tonnes resulting from demographic and economic developments. This volume growth will be more than offset due to an intensified recycling of these fractions of 6.28 million tonnes. However, in the short, medium and long term, the resulting capacities will most likely be needed for thermal treatment of other waste fractions for which no alternatives to thermal treatment are available or which must be thermally treated due to changes in legal provisions. It is expected that the volume of these fractions will increase significantly. In addition to ensuring safe disposal, thermal treatment plants will also have important functions as multifunctional infrastructure facilities of cities and municipalities.

In den nächsten Jahren stehen bei vielen kommunalen und privaten Eigentümern von Thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) Entscheidungen über den Ersatz bzw. die Modernisierung von einzelnen Verbrennungslinien bzw. ganzer Anlagen an. Vor dem Hintergrund der hohen Investitionskosten und der Langfristigkeit der Entscheidungen werden an vielen

einzelnen Standorten, aber auch in Form von bundesweiten Betrachtungen, schon seit längerem Diskussionen über die Frage geführt, wie viele Kapazitäten bzw. Anlagen künftig in Deutschland notwendig sein werden, um dauerhaft die Sicherheit für die Entsorgung von Siedlungsabfall sowie von Gewerbe- und Industrieabfällen gewährleisten zu können.

Ein entsprechender Blick in die Zukunft ist keinesfalls einfach, gibt es doch unterschiedliche Begrifflichkeiten, fehlende bzw. unvollständige statistische Erhebungen und Bezugsjahre zu wichtigen Rahmendaten zu beachten. Darüber hinaus sind Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Nicht unerheblich in den Diskussionen ist der Blickwinkel – geht man von einem Ziel-szenario aus und diskutiert notwendige Maßnahmen in allen gesellschaftlichen Bereichen, um dieses Ziel erreichen zu können, oder schätzt man erwartbare Entwicklungen ab und bewertet auf dieser Grundlage den Bedarf an Kapazitäten? Letzteren Ansatz hat die gemeinsame Studie der Prognos AG und Prof. Martin Faulstich (Universität Dortmund) verfolgt.

### 1. Erweiterter Analyseansatz für das Wettbewerbsumfeld

Bundesweit sind derzeit 100 TAB – unter denen die heutigen MVA/MHKW sowie Ersatzbrennstoffkraftwerke summiert werden – in Betrieb. Sie verfügen zusammen über eine genehmigte Kapazität von rund 27 Mio. t/a. Die Anlagen sind zu rund 97% ausgelastet. Das durchschnittliche Linienalter liegt für die Müllverbrennungsanlagen bei 23 Jahren, für die EBS-Kraftwerke bei 11 Jahren. Neben der Gewährleistung der Entsorgungssicherheit für rund 13,1 Mio. t Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, wurden im Jahr 2017 rund 8,7 Mio. t an Sekundärabfällen aus Sortier- und Aufbereitungsanlagen sowie M(B)A thermisch behandelt. Die verbleibenden 4,4 Mio. t entfallen auf sonstige Abfälle und zu geringeren Anteilen auf kommunale Klärschlämme sowie gefährliche Abfälle. Die letzteren beiden Stoffströme sind primär dem sekundären Wettbewerbsmarkt<sup>1</sup> zuzuordnen, zu dem es bisher deutlich geringere Schnittmengen gibt. Der

<sup>1</sup> Hierzu sind neben den Sonderabfallverbrennungsanlagen, den Monoklärschlammverbrennungsanlagen u. a. auch die Biomasseheizkraftwerke zu zählen.

Importanteil lag über alle Abfallarten 2017 bei 5,7% (1,5 Mio. t)<sup>2</sup>.

Für die Einschätzung der zukünftigen Situation der TAB im Jahr 2040 ist die Wettbewerbssituation zu den angrenzenden Teilmärkten zu berücksichtigen. Hierbei spielt die direkte **primäre Wettbewerbssituation** von Anlagen, die in relevantem Umfang auf die gleichen Stoffströme zugreifen wie die TAB, eine wichtige Rolle. Dies sind im spezifischen Fall insbesondere die Kohlekraftwerke sowie Zementwerke, die eine bestimmte Schnittmenge bei den Stoffströmen (im Wesentlichen bei hochkalorischen Sekundärbrennstoffen) aufweisen.

Eine weitere, zusätzliche spezifische Wettbewerbssituation seitens der TAB (hier insbesondere der MVA) ergibt sich zu den mechanisch-(biologisch/physikalischen) Behandlungsanlagen (M(B)A) in Bezug auf Siedlungs- und Gewerbeabfälle, wobei brennbare Abfälle (Sortierreste, Ersatz- und Sekundärbrennstoffe) nach der Vorbehandlung wieder für die thermische Abfallbehandlung zur Verfügung stehen. Die Kapazitäten der M(B)A und der in ihnen behandelten Mengen werden im Rahmen der Wettbewerbsbetrachtung dem primären Wettbewerbsmarkt zugerechnet, sofern die M(B)A aktuell noch über Verträge für die Restabfallbehandlung verfügen.

In Summe sind somit im primären Wettbewerbsmarkt der TAB rund 36,7 Mio. t an Kapazitäten vorhanden, in denen im Jahr 2017 insgesamt 34,5 Mio. t an Abfällen behandelt wurden.

## 2. Das zukünftig thermisch zu behandelnde Abfallaufkommen unterliegt vielfältigen Einflussfaktoren

Für die weiteren Analysen wurden zunächst die Entwicklungen im Bereich der für die thermische Behandlung zukünftig verfügbaren Mengen betrachtet. Den Ausgangspunkt bildet hierbei eine Status quo Prognose, die lediglich die Auswirkungen der wesentlichen Einflussfaktoren auf das Abfallaufkommen, wie beispielsweise die demografische Entwicklung (Anzahl, Alter, Haushaltsgröße), die wirtschaftliche Entwicklung und die Entwicklung des verfügbaren Einkommens als Indikator für den Konsum berücksichtigt. Sie dient damit als Referenzprognose zur Einschätzung der quantitativen Auswirkungen weiterer Einflussfaktoren, wie beispielsweise abfallrechtliche und abfallwirtschaftliche Maßnahmen. In der Status quo Prognose wurde der prozentuale Anteil thermisch behandelter Abfälle an den jeweiligen Abfallarten zunächst fortgeschrieben. Hierbei zeigt sich, dass das für den primären Wettbewerbsmarkt der TAB relevante Abfallaufkommen gegenüber dem Jahr 2017 **bis 2040 um 2,25 Mio. t ansteigen** wird.

Ursächlich hierfür sind **demografische Einflussfaktoren**, wie etwa die Überalterung der Gesellschaft und insgesamt kleiner werdende Haushalte. Beides führt zu steigenden Restabfallmengen, ebenso wie eine zunehmende Kaufkraft (Konsum). Aufgrund der im lang-

fristigen Trend unterstellten positiven **Wirtschaftsentwicklung** steigt das Aufkommen an den typisch thermisch zu behandelnden Sekundärabfällen ebenso wie an sonstigen thermisch zu behandelnden Abfällen aus Industrie und Gewerbe. Abweichend wurden jedoch in der Status quo Prognose Importe an thermisch zu behandelnden Abfällen aus methodischen Gründen reduziert, um Überlagerungseffekte bei der Bewertung der Anlagenauslastung zu vermeiden. Nur die Mengen für den Sonderfall der EVI Emlichheim an der Grenze zu den Niederlanden werden dauerhaft berücksichtigt (rund 0,35 Mio. t).

Um mittel- und langfristig die zu behandelnden Abfallmengen zu reduzieren und das Recycling gemäß der 5-stufigen Abfallhierarchie zu fördern, sind vom Gesetzgeber in Deutschland und der EU verschiedene Gesetze und Verordnungen erlassen worden, deren Auswirkungen auf das Mengenpotenzial für den primären Wettbewerbsmarkt zu berücksichtigen sind.

Aufbauend auf einer detaillierten Analyse der aktuellen **gesetzlichen Vorgaben** werden die potenziellen Auswirkungen aus der Gewerbeabfallverordnung, dem Verpackungsgesetz sowie der Getrennterfassung von Bioabfällen in separaten Szenarien analysiert.

Daten zum Aufkommen an **gemischten Gewerbeabfällen** sind statistisch nicht eindeutig erfassbar. Neben den hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen (AVV-Nr. 2003 01-02), die getrennt vom Hausmüll angeliefert werden, befinden sie sich **anteilig** auch in gemischten Siedlungsabfällen, die gemeinsam mit dem Hausmüll angeliefert wurden bzw. nicht spezifizierbar sind (AVV-Nr. 2003 01-00, 2003 01-01, 2003 09) sowie in gemischten Verpackungsabfällen (AVV-Nr. 15 01 06-00 und 15 01 06-02). Die unter der AVV-Nr. 15 01 06 01 (Leichtverpackungen) gelisteten Mengen wurden in der Hochrechnung nicht berücksichtigt, da diese im Rahmen des VerpackG den Dualen Systemen übergeben wurden. Damit fallen diese nicht unter den Geltungsbereich der GewAbfV. In der Studie wird von einem **hochgerechneten Gesamtpotenzial an gemischten Gewerbeabfällen** von 5,41 Mio. t im Jahr 2017<sup>3</sup> ausgegangen. Von diesem Potenzial wurden rund 61 % direkt thermisch verwertet, während weitere 10 % in M(B)A, 22 % in Sortieranlagen und 6 % in sonstigen Abfallbehandlungsanlagen vorbehandelt wurden<sup>4</sup>.

Für das Szenario zu den Auswirkungen der Umsetzung der Gewerbeabfallverordnung auf das thermisch zu behandelnde Abfallaufkommen wurde von einem Fortbestand der Restmüllpflichttonne ausgegangen, da weiterhin nicht stofflich verwertbare Reste anfallen werden. Nicht Verwertbares sind z. B. Asche, Kehricht, Essensreste, Glasbruch, Hygieneartikel oder verschmutzte Abfälle. Es wurde die **Annahme** getroffen, dass **rund 30 %** der gemischten Gewerbeabfälle nicht

3 Annahmen und Berechnungen Prognos AG auf Grundlage von GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH im Auftrag des Umweltbundesamtes, Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2017 (Texte 139/2019), November 2019, Umweltbundesamt, Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen, Texte 19/2011, Dessau 2011 sowie Eigenrecherchen Prognos AG

4 Eigenberechnungen Prognos AG auf der Grundlage der Fachserie 19, Reihe 1; Für anteilig zu berücksichtigende Abfallschlüssel wurde dabei eine proportionale Verteilung der Gesamtmengen des Abfallschlüssels angenommen

2 ITAD Jahresbericht 2018, Destatis Fachserie 19, Reihe 1, ergänzende Eigenrecherchen und Hochrechnungen Prognos AG

verwertbar und somit der Restmüllpflichttonne zuzurechnen sind.<sup>5</sup> Es wurde ferner angenommen, dass aufgrund der Unternehmensstruktur<sup>6</sup> von den Ausnahmeregelungen zur Getrennterfassung aufgrund fehlender technischer Möglichkeiten bzw. wirtschaftlicher Unzumutbarkeit weiterhin Gebrauch gemacht werden wird. Dieser Anteil wurde überschlägig mit 15% von den gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen angesetzt. Unter Berücksichtigung einer Intensivierung der Getrennterfassung sowie der Erreichung der Recyclingquote von 30% (es zeichnet sich aber ab, dass voraussichtlich nur 15% erreicht werden) werden im Ergebnis des Szenarios bis 2040 rund 1,54 Mio. t aus der thermischen und mechanisch-biologischen Behandlung stofflich verwertet werden.

Das Szenario zur **Umsetzung des Verpackungsgesetzes** geht von einer konsequenten Umsetzung der materialspezifischen Zielvorgaben aus. Für die Bewertung der Ausgangssituation des Jahres 2017 wurden die detaillierten stoffstromspezifischen Analysen der GVM für das Aufkommen und die Verwertung von Verpackungsabfällen im Jahr 2017 ausgewertet<sup>7</sup>. Für die Modellierung des Szenarios wurde im Sinne des qualitativ beschriebenen Zieles der Intensivierung der Sammlung eine mehrheitliche Abschöpfung von Verpackungen aus dem Hausmüll sowie von gemischten gewerblichen Abfällen für die Erreichung der stofflichen Verwertungsquoten angenommen (zusammen 83%). Für den verbleibenden Anteil von 17% der noch stofflich zu verwertenden Verpackungsabfälle wurde eine Verlagerung aus der thermischen Abfallbehandlung unterstellt. Dadurch werden sich die thermisch zu behandelnden Verpackungsabfälle bis zum Jahr 2040 um rund 1,3 Mio. t reduzieren. Beide Szenarien gehen von der Annahme aus, dass ausreichend Sortierkapazitäten vorhanden sind sowie die zusätzlich stofflich zu verwertenden Mengen die notwendige Qualität für eine erfolgreiche Vermarktung aufweisen.

Für die Zukunftsszenarien ist auch die weitere **Getrennterfassung von Bio- und Grünabfällen** aus dem Hausmüll zu berücksichtigen. Das theoretische Gesamtpotenzial ist jedoch aus unserer Sicht nicht abschöpfbar. Der im Hausmüll verbleibende Anteil wird mit 20 kg/E<sub>×a</sub> angenommen<sup>8</sup>. Unter der Voraussetzung optimierter Sammelsysteme ist ein Rückgang der thermisch behandelten Mengen von 1,81 Mio. t im Jahr 2040 möglich. Das entspricht rund 50% des realistischen Potenzials, bzw. korrespondiert mit einer durchschnittlichen Steigerung der separaten Erfassungsmenge um 22 kg/E. Zwischen den der Prognose zugrunde gelegten Clustern nach Einwohnerdichte gibt es diesbezüglich jedoch Unterschiede. Da

im Rahmen dieser Studie die Auswirkungen auf die thermisch zu behandelnden Restabfallmengen im Fokus stehen, wurde die mit einer Intensivierung der Getrennterfassung von Bio- und Grünabfällen einhergehende **anteilige Rückführung aus der Eigenkompostierung nicht berücksichtigt**. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei der Intensivierung der separaten Bioabfallsammlung auch Mengen aus der Eigenkompostierung zurückfließen werden.

Zukünftig wird auch die Berechnungsmethodik für die **Recyclingquote** von einer **Input- zu einer Output basierten Berechnung** umgestellt. Dies führt zu einer weiteren Reduzierung des Anteils thermisch zu behandelnder Abfälle.

Die Einzelergebnisse der Szenarien können jedoch nicht einfach addiert werden, da es zu Überschneidungseffekten zwischen den vorgenannten Einzelszenarien kommt, die im Szenario zum umfassenden Recycling berücksichtigt werden, welches in Summe zu einer Reduzierung der Ergebnisse der Status quo Prognose auf 30,48 Mio. t führt. Das unausgeschöpfte Recyclingpotenzial liegt also bei rund 6,2 Mio. t. Gegenüber dem Basisjahr 2017 entspricht dies zunächst einer effektiven Reduzierung von 4,03 Mio. t an thermisch zu behandelnden Abfällen.

### 3. Strukturveränderungen in anderen Teilmärkten

In der **Gesamtbetrachtung** ist ferner zu berücksichtigen, dass sich gesetzliche Vorgaben häufig auch auf Rechtsbereiche oder Branchen beziehen, deren Wechselwirkungen mit der Abfallwirtschaft zunächst nicht direkt zu erkennen sind. Durch **Strukturveränderungen in anderen Teilmärkten** werden zusätzliche Mengen für die TAB zu erwarten sein.

So führt der **Kohleausstieg** aus Klimaschutzgründen zu einem Rückgang der Braunkohle- und Steinkohlekraftwerke. Schon jetzt laufen diese Kraftwerke nicht mehr im Grundlastbereich und benötigen daher weniger Brennstoffe. Die in diesen Anlagen mit verbrannten Sekundärbrennstoffe werden zumindest in Teilen dem primären Wettbewerbsmarkt zusätzlich zur Verfügung stehen. Geänderte bzw. neue rechtliche Grundlagen beispielsweise aus dem Bereich Abfall- und Chemikalienrecht lassen durch stringenteren Anforderungen auch zusätzliche Stoffströme zur thermischen Abfallbehandlung erwarten. Hierbei wird die Schadstoffentfrachtung der treibende Faktor sein. Die auf diese Weise „frei“ werdenden Mengen belaufen sich nach eigenen Recherchen im primären Wettbewerbsmarkt der TAB auf etwa 1,9 Mio. t, davon verbleibt schätzungsweise ein Anteil von 0,7 Mio. t (= 37%) für die künftige Verwertung in den TAB und Zementwerken. Für den verbleibende Anteil an Klärschlämmen wird eine Monoverbrennung angenommen.

Die **mechanisch-(biologischen) Vorbehandlungsanlagen (M(B)A)** verändern zunehmend ihr Behandlungsspektrum. Durch die vielerorts getroffenen Entscheidungen, auf den mechanischen Teil der Behandlung zu verzichten, reduziert sich die Kapazität zur Behandlung von gemischten Abfällen aus Haushalten und Gewerbe. Die Mengen, die somit künftig zusätz-

5 Hochrechnungen und Annahmen Prognos AG auf Basis Umweltbundesamt, Stoffstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen, Texte 18/2015, März 2015

6 Bundesweit sind 3,57 Mio. Betriebe aktiv, von denen rund 88% der statistischen Größenklasse 0–9 Beschäftigte zuzuordnen sind (siehe Regionalstatistik – Unternehmen nach Bundesländern und Beschäftigungsgrößenklassen, Unternehmensregister 2020)

7 GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH im Auftrag des Umweltbundesamtes, Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2017 (Texte 139/2019), November 2019

8 Umweltbundesamt, Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen, Texte 84/2014, Januar 2015, S. 22

lich für die TAB zur Verfügung stehen werden, liegt schätzungsweise – unter Berücksichtigung zusätzlicher Primärmengen und wegfallender Sekundärmengen im Jahr 2040 – bei rund 0,8 Mio. t.

Mit der Verordnung zur **Neuordnung der Klärschlammverwertung** wurde 2017 das Ausbringungsverbot auf landwirtschaftliche Nutzflächen für Kläranlagen der Größenklassen 4b und 5 sowie die Phosphorrückgewinnung zur Pflicht. Dies hat zur Folge, dass zusätzliche Mengen an kommunalen Klärschlämmen thermisch behandelt werden müssen, für die aktuell noch keine ausreichenden Monoverbrennungskapazitäten im Markt verfügbar sind. Die zusätzlichen Mengen für die TAB und Zementwerke werden bis zum Jahr 2040 schätzungsweise rund 0,2 Mio. t pro Jahr betragen.

Durch eine **Steigerung der Verwertung von Altfahrzeugen innerhalb Deutschlands** von derzeit 20 % auf mindestens 50 % wird das Aufkommen der thermisch zu behandelnden Schredderleichtfraktion um mindestens 0,23 Mio. t/a zunehmen.

Die Mengen an **POP-haltigen Abfällen**, die thermisch verwertet werden müssen, werden in Zukunft aufgrund der neuen Konzentrationsgrenzwerte für polybromierte Diphenylether, einschließlich DecaBDE und HBCD, ebenfalls zunehmen. Die Zunahme dieser Fraktion für die TAB und Zementwerke wird schätzungsweise bei 0,3 Mio. t/a liegen.

Die **Feinfraktion aus der Aufbereitung von Bau und Abbruchabfällen**, die nicht unmittelbar deponiert werden, da die Ablagerungskriterien für die Deponieklassen I und II überschritten werden, wird um schätzungsweise bis zu 0,3 Mio. t für die TAB und Zementwerke zunehmen.

Aufgegriffen wurde im Rahmen der Studie auch noch einmal die Frage nach der grenzüberschreitenden Verbringung von Abfällen. Wurde im Status quo Szenario nur der Sonderfall Emlichheim berücksichtigt, so geht das Gesamtszenario von weiteren rund 0,5 Mio. t an Importen für den primären Wettbewerbsmarkt aus. Dies ist als konservative Annahme zu sehen und berücksichtigt, dass im Jahr 2017 insgesamt 0,71 Mio. t aus Deutschland in andere Staaten (insbesondere Schweiz) exportiert wurden. Werden Importe kritisch hinterfragt, so müssen in der Gesamtbilanz konsequenterweise auch Exporte wieder „zurückgeholt“ werden. Konservativ wird unter Annahme gleichbleibender Exporte auf dem Niveau von 2017 von zusätzlichen Importen in Höhe von 0,50 Mio. t/a über die Anlieferungen für die EVI Emlichheim hinaus ausgegangen. Alternativ kann bei der Annahme ausbleibender Importe von einer Rückführung von Exportmengen ausgegangen werden.

Die thermische Abfallbehandlung kann im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung einen wichtigen Beitrag leisten, um Mitgliedsstaaten zu unterstützen, den Weg der klimaschädlichen Deponierung von gemischten Siedlungsabfällen mindestens im vorgegebenen Zeitrahmen zu erreichen – mindestens so lange, bis eigene Behandlungskapazitäten aufgebaut wurden. Dies könnte temporär zu einem weiteren Anstieg der Importe führen, der aber nicht bilanziert worden ist.

Im Ergebnis kann damit gerechnet werden, dass so in den nächsten Jahren eine schrittweise Verlagerung von nahezu 3 Mio. t an Abfällen in den primären Wettbewerbsmarkt erfolgen wird. Dies führt zu einem Gesamtpotenzial an thermisch zu behandelnden Abfällen von 33,44 Mio. t, so dass das thermisch zu behandelnde Aufkommen effektiv nur noch um 1,07 Mio. t unter dem Behandlungsbedarf im Basisjahr 2017 liegt.

#### 4. Kapazitäten im primären Wettbewerb werden geringer

Bis zum Jahr 2040 werden sich nicht nur die zu behandelnden Abfallmengen, sondern auch die Kapazitäten weiter verändern. Für die TAB insgesamt wird auf der Grundlage aktueller Projektplanungen noch ein leichter Zuwachs von rund 0,95 Mio. t/a erwartet.

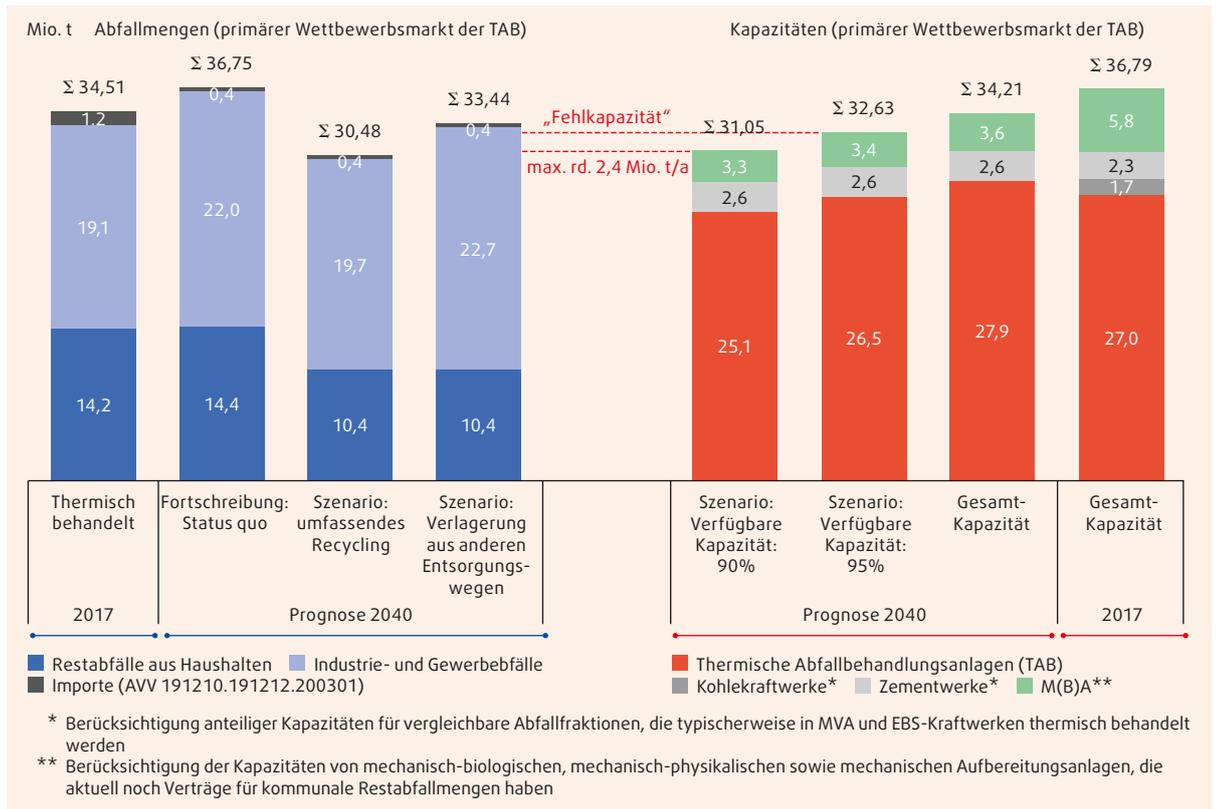
Die Kapazitäten in Kohlekraftwerken und Zementwerken, die in direkter Konkurrenz (zumindest von Teilmengen) zu den TAB stehen, werden in Summe durch die Stilllegung der Kohlekraftwerke und nur leichten Zuwächsen bei den Zementwerken insgesamt um etwa 1,4 Mio. t/a abnehmen. Von entscheidender Bedeutung ist jedoch die Entwicklung der Vorbehandlungskapazitäten in den M(B)A: Hier ist von einem langfristigen Rückgang der Kapazitäten aufgrund von Stilllegungen und vor allem von Umwidmungen von 2,15 Mio. t/a auszugehen.

In Summe werden die **genehmigten Kapazitäten** für die überwiegend thermische Behandlung der Siedlungsabfälle aus Haushalten, Industrie und Gewerbe im Jahr 2040 mit 34,22 Mio. t um insgesamt rund 2,57 Mio. t/a niedriger liegen als heute. Diese können jedoch nicht als Bezugsgröße für den Vergleich zum Behandlungsbedarf herangezogen werden. Die „tatsächliche Kapazität“ der thermischen Behandlungsanlagen bezieht sich auf die bei einem normalen Betriebsablauf pro Jahr verbrennbaren Abfallmengen. Diese wird durch den maximalen Bruttowärmeeintrag in die Verbrennungsanlage begrenzt. Der Bruttowärmeeintrag ist das Produkt aus Energiegehalt (Heizwert des Abfalls in kJ/kg) und der Menge des Abfalls (auch als thermische Leistung bezeichnet). Erhöht sich der Heizwert beispielsweise durch einen heißen und trockenen Sommer wie im Jahr 2018 oder durch einen höheren Kunststoffanteil im Abfall durch das Kunststoffimportverbot Chinas, sinkt der Durchsatz der Anlagen proportional, wobei die eigentliche thermische Kapazität konstant bleibt.

Darüber hinaus wird verschiedentlich die tatsächliche Verfügbarkeit u. a. von politischen oder genehmigungsrechtlichen Beschränkungen der Durchsatzmenge (beispielsweise durch Tonnage, Rauchgasmenge oder thermische Leistung), vertraglichen Beschränkungen der (meist thermischen) Leistung oder der gewählten Instandhaltungsstrategie beeinflusst und begrenzt.

In Summe wird daher ein Puffer von 5 % bis maximal 10 % auf die Nennkapazitäten zum Ansatz gebracht, um für den Vergleich mit den Abfallmengen im Jahr 2040 die realistisch verfügbaren Kapazitäten ermitteln zu können. Dieser berücksichtigt neben der Anlagenverfügbarkeit und dem Heizwert auch Reserve-

Abbildung 1  
Ergebnisse der  
Bilanzierung von Ab-  
fallmengen und TAB-  
Kapazitäten  
Quelle: Prognosen der  
Prognos AG



kapazitäten für die so genannten „Sonderentsorgungsmaßnahmen“, die für die Prognose nicht quantifiziert werden können. Diese „anlassbezogenen“ Mengen aufgrund von Unwetterereignissen (Stürme, Überschwemmungen) oder aus dem Gesundheitsbereich (Corona Pandemie) haben in den vergangenen Jahren zugenommen.

Die tatsächlich im Jahr 2040 verfügbaren Kapazitäten werden – unter der Annahme, dass die berücksichtigten Planungen auch realisiert werden, bei rund 32,63 Mio. t liegen, sofern eine konservative Kapazitätsreserve von nur 5% angenommen wird.

## 5. Die TAB werden bis 2040 weiterhin ausgelastet sein

Der Abgleich von Abfallmengen und Kapazitäten im primären Wettbewerbsmarkt der TAB für das Jahr 2017 ergibt eine Mehrkapazität von rund 2,27 Mio. t/a bezogen auf die Kapazitäten in Höhe von 36,76 Mio. t/a. Dies entspricht etwa 6,2% der genehmigten Gesamtkapazität. Bezogen auf die rechnerisch verfügbaren Kapazitäten ergibt sich eine Vollausslastung von nahezu 100%.

Im Jahr 2040 werden sich als Saldo der vorab skizzierten sehr unterschiedlichen Entwicklungen die Abfallmengen insgesamt um rund 1,07 Mio. t und die Kapazitäten um rund 2,58 Mio. t/a verringern. Die Differenz zwischen der genehmigten Kapazität und den verfügbaren Abfallmengen reduziert sich somit auf 0,77 Mio. t. Die tatsächlich verfügbare Kapazität (unter Berücksichtigung von notwendigen Kapazitätsreserven) wird im Jahr 2040 bei etwa 32,63 Mio. t liegen. Im Vergleich zu den Abfallmengen von 33,44 Mio. t ergibt sich rechnerisch ein Kapazitätsbedarf von rund

0,81 Mio. t, wenn man eine 5%-ige Kapazitätsreserve annimmt. Im Falle einer realistischerweise anzunehmenden 10%-igen Kapazitätsreserve könnte der zusätzliche Kapazitätsbedarf bei bis zu 2,4 Mio. t/a liegen.

Aufgrund der regelmäßigen Wartung, Optimierung und Anpassung an den aktuellen Stand der Technik und des Umweltrechtes ist der Anlagenpark trotz seines hohen durchschnittlichen Anlagenalters in einem guten Zustand. Dennoch sind zur Erhaltung und damit Sicherstellung des vorab skizzierten Kapazitätsbedarfs weitere Investitionen notwendig. Der **Modernisierungs- und Erhaltungsbedarf<sup>9</sup>** für die TAB bis 2040 liegt kumuliert schätzungsweise bei rund 11 Mrd. €.

## 6. Unterschiedliche Einschätzungen zur künftigen Auslastung der TAB

Im Rahmen der Durchführung der Studie „TAB Roadmap 2040“ wurde vor dem Hintergrund intensiver Diskussionen versucht, soweit als möglich **alle relevanten Einflussfaktoren** auf die Entwicklung der Abfallmengen und der Behandlungskapazitäten in die Modellrechnungen einzubeziehen. Im Abschlussbericht sind sowohl die Einflussfaktoren als auch die jeweiligen quantitativen Auswirkungen transparent und nachvollziehbar dargestellt worden.

Die Beantwortung der Frage nach den künftigen Über- oder Unterkapazitäten der TAB ist seit vielen Jahren Gegenstand unterschiedlicher Gutachten, Expertisen oder (politischer) Einschätzungen. Die letzte große Untersuchung zum Thema der künftig benötigten thermischen Kapazitäten wurde im Auftrag des

9 angenommener Modernisierungszeitraum: durchschnittlich 35 Jahre

Tabelle 1  
Vergleich NABU-  
Studie – ITAD-Studie

	NABU-Studie	ITAD-Studie
Bedarf TAB-Kapazitäten	Schließungspotenzial bis zu -9,5 Mio. t	Fehlkapazität bis zu +2,4 Mio. t
Marktabgrenzung	TAB (MVA/EBS-Kraftwerke)	primärer Wettbewerbsmarkt (TAB, M(B)A mit Restabfallverträgen, anteilig Zementwerke, Kohlekraftwerke für vergleichbare Abfallarten)
Prognosehorizont	2030	2040
Kapazitäten	26,45 (Mio. t/2017) • in der Studie genannte Planungen von 1,30 Mio. t/a in Szenarien nicht berücksichtigt	primärer Wettbewerbsmarkt der TAB 36,78 (Mio. t/2017) > 31,05 (Mio. t/2040) • berücksichtigt: Planungen TAB (0,95 Mio. t/a), Schließung Kohlekraftwerke, teilweise Umwidmung M(B)A, steigender Einsatz in Zementwerken
Durchsatz	TAB: 24,70 Mio. t/2017	primärer Wettbewerbsmarkt: 34,51 Mio.t/2017
Aufkommensprognose	nein • Teilberücksichtigung von Einwohnern (2030 = 80 Mio.) für Hochrechnungen aus Sekundärstudien	+ 2,25 Mio.t gegenüber 2017 Status quo Prognose berücksichtigt • Demografie: Einwohner (2040 = 82,1 Mio.), Alter, Haushaltsgröße, Single-Haushalte • Wirtschaft (private Konsumausgaben, branchenspezifische Bruttowertschöpfung)
Szenario Umsetzung rechtlicher Rahmenbedingungen	Σ -5,3 Mio. t (2030)	Σ -4,6 Mio. t (2040)
	VerpackG ..... -0,25 Mio. t	VerpackG ..... -1,25 Mio. t
	GewAbfV ..... -1,40 Mio. t	GewAbfV ..... -1,54 Mio. t
	Bioabfall-Getrennterfassung ..... -3,70 Mio. t	Bioabfall-Getrennterfassung ..... -1,81 Mio. t
	• Auswirkungen nur auf TAB bewertet • Verpackungen nur LVP (rd. 2,75 Mio. t) berücksichtigt • Bioabfall: Basis = Potenzialermittlung über Mittelwert Deutschland; erfassbares Potenzial vollständig als separat erfassbar bewertet	• Auswirkungen auf primären Wettbewerbsmarkt bewertet • alle Verpackungen materialspezifisch bewertet (Basis: GVM) • GewAbfV: ohne Verpackungen, die nach VerpackG zurückgeführt werden • Bioabfall: Potenzialermittlung bottom-up über Restabfallzusammensetzung der rd. 400 öRE; erfassbares Potenzial zu 50 % als separat erfassbar bewertet
Weiterführende Szenarien (zzgl. zu Szenario Umsetzung rechtlicher Rahmenbedingungen)	Σ -4,0 Mio. t (2030)	Σ +1,28 Mio. t (2040)
	Weitere Maßnahmen ..... -1,60 Mio. t	Output-basierte Recyclingquote ..... -1,68 Mio. t
	Vermeidung/keine Importe ..... -2,40 Mio. t	Verlagerung ..... +2,96 Mio. t
	• Verlagerung aus Schließung/Umwidmung Kohlekraftwerke/M(B)A nicht berücksichtigt • EU – Umsetzung des Autarkie- und Näheprinzips für Ende der Importe unterstellt, aber derzeitige Exporte aus Deutschland als „Näheprinzip“ akzeptiert • Importe in die EVI Emlichheim (Sonderfall) ebenfalls nicht beibehalten	• Verlagerung: aus Schließung/Umwidmung Kohlekraftwerke/M(B)A • Zusätzliche Abfallarten durch Verlagerung der Entsorgungswege (u. a. aufgrund Verschärfung von Grenzwerten), z. B. POP-haltige Abfälle, Feinfraktion von Baustellenabfällen, Schredderleichtfraktion • Importe bzw. alternativ Rückführung aktueller Exporte (AVV-Nr. 19 12 10, 19 12 12, 20 03 01) von 0,5 Mio. t berücksichtigt

NABU<sup>10</sup> durchgeführt und kommt zu deutlich anderen Ergebnissen als die aktuelle „TAB Roadmap 2040“ im Auftrag der ITAD.

Unterschiedliche Ergebnisse zu ein und derselben Fragestellung können naturgemäß aus

- ◆ der Komplexität der jeweiligen Markt- und Prognosemodelle,
- ◆ einem unterschiedlichen Bilanzierungskreis für die Mengen und Kapazitäten,
- ◆ der Auswahl und dem Umfang der zu analysierenden Einflussfaktoren,
- ◆ der quantitativen und qualitativen fachlichen Bewertungsspielräume von möglichen Effekten der abfallwirtschaftlichen und abfallpolitischen Maßnahmen und
- ◆ dem methodischen Ansatz zur Modellierung der Wirkungen

resultieren. Um an diesem wichtigen Punkt exemplarisch Transparenz herzustellen, wurden die beiden

10 Öko-Institut e.V.: Kapazitäten der energetischen Verwertung von Abfällen in Deutschland und ihre zukünftige Entwicklung in einer Kreislaufwirtschaft. Berlin, September 2019. [www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/abfallpolitik/20190927-studie-nabu\\_kapazitaeten\\_der\\_thermischen\\_verwertung\\_final.pdf](http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/abfallpolitik/20190927-studie-nabu_kapazitaeten_der_thermischen_verwertung_final.pdf)

Studien in ihren wesentlichen Strukturmerkmalen und in Bezug auf die jeweils erzielten Ergebnisse miteinander verglichen (siehe Tabelle 1). Der strukturierte Vergleich der beiden Studiendesigns zeigt die unterschiedlichen Herangehensweisen, Annahmen und Bewertungen und liefert so die notwendige Transparenz für eine gegebenenfalls noch erfolgende vertiefte fachliche Diskussion der Ergebnisse zur Zukunft der TAB.

## 7. Zusätzliche Funktionen der TAB: Gewährleistung von Versorgungs- und Entsorgungssicherheit

Traditionell garantieren die TAB im Rahmen der Abfallentsorgung die **Entsorgungssicherheit**. Das bezieht sich nicht nur auf die Restabfälle aus Haushalten und gemischten hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen. Sie übernehmen auch eine wichtige **Funktion als Schadstoffsenke**. Indem die TAB den Stoffströmen kontinuierlich die Schadstoffe entziehen, **garantieren** sie auch ein **hochwertiges Recycling**. Im Rahmen der Schlackeaufbereitung werden Fe- und NE-Metalle zurückgewonnen, die Schlacke wird – sofern möglich – zu Ersatzbaustoffen für technische Bauwerke aufbe-



Abbildung 3  
Quantitative und qualitative Schnittstellen der TAB zu anderen Bereichen der technischen und sozialen Infrastruktur

reitet. Nicht zu vergessen sind qualifizierte (Sonder-) Entsorgungsmaßnahmen, die von den TAB ermöglicht werden, sei es bei der schadlosen Beseitigung von gefährlichen Schädlingen, Pflanzen etc., von Abfällen aus dem Gesundheitswesen (Hygienisierung) bzw. Abfällen aus Umweltschutzmaßnahmen bzw. die durch extreme Wetterereignisse verursacht werden.

Mit der aus der Abwärmenutzung des Entsorgungsprozesses erzeugten Energie in Form von Strom, Wärme und Dampf leisten die TAB bereits heute einen wichtigen Beitrag zur Sicherheit der Energieversorgung. Davon profitieren u. a. auch eine Reihe von energieintensiven Unternehmen, wie beispielsweise der chemischen oder Papierindustrie. Allein die ITAD Mitglieder, die für 2,5 Mio. t/a der Kapazitäten stehen, haben im Jahr 2018 insgesamt 10,2 TWh Strom produziert sowie 8,9 TWh Wärme und 11,9 TWh Prozessdampf exportiert.<sup>11</sup>

Die Erzeugung von Strom, Fernwärme und Prozessdampf durch TAB wird weiter an Bedeutung gewinnen und einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilität leisten, je mehr Kraftwerke stillgelegt werden.

Durch die Bereitstellung von Sekundärmaterialien sowie die Substitution von fossilen Primärenergieträgern durch Abwärmenutzung sparen die TAB mehr CO<sub>2</sub> Emissionen ein, als sie bei der Abfallverbrennung und dem Einsatz fossiler Energie für Zünd- und Stützfeuerungen emittieren. Für die ITAD-Mitgliedsanlagen ergibt sich ein Saldo von 5,2 Mio. t CO<sub>2</sub>eq., die 2019 eingespart werden konnten<sup>12</sup>.

## 8. Abfederung geplanter und auch ungeplanter Entwicklungen

In den nächsten Jahren werden sich nicht nur die marktseitigen Rahmenbedingungen der TAB verbessern, es wird auch zwangsläufig zu einer Aufwertung der Funktionen der TAB innerhalb der Kreislaufwirtschaft und den städtischen Infrastrukturen kommen. Unter dem zunehmenden Einfluss des Chemikalienrechtes auf das Abfallrecht wird derzeit auf europäischer

Ebene über weitere Einstufungen von Abfällen als gefährliche Abfälle nachgedacht. Dies wird nicht nur zur Erhöhung der thermisch zu verwertenden Mengen führen, sondern wird die TAB Kapazitäten für die Entsorgungssicherheit von nicht überlassungspflichtigen Abfällen auch immer wichtiger machen.

Die Kapazitäten der Sonderabfallverbrennungsanlagen (SAV) werden künftig in Deutschland eher auf dem derzeitigen Niveau verbleiben. Bei einer Zunahme der gefährlichen Abfälle werden die „weniger gefährlichen“ Abfälle zwangsläufig in Richtung der TAB und Zementwerke verlagert. Daher sind die TAB im marktseitigen Zusammenspiel mit den SAV auch von Bedeutung für die Sicherstellung der gewerblichen und industriellen Entsorgung von gefährlichen Abfällen.

Die TAB werden zunehmend wichtig für kommunale Sonderentsorgungsmaßnahmen: Zum Zeitpunkt der Corona-Krise dürfen Abfälle aus Haushalten, die eventuell mit dem Virus kontaminiert sein könnten, nicht mehr über die Sammelsysteme für die getrennte Erfassung von Wertstoffen (z. B. Papiertonne, Biotonne, gelber Sack) entsorgt werden. Die Hygienisierung erfolgt ebenso für die Abfälle aus dem Gesundheitswesen. Auch hier sind die TAB der einzige Entsorgungsweg, der Sicherheit bietet und die notwendigen Kapazitäten vorhält.

Sonderentsorgungsmaßnahmen entstehen aber auch in anderen Bereichen kommunaler Zuständigkeiten. Beispielhaft sei hier der Eichenprozessionsspinner genannt, der sich aufgrund der Klimaveränderungen immer stärker in Deutschland ausbreitet. Bereits bei geringem Befall müssen die Raupen abgesaugt und in geschlossenen Behältern entsorgt werden, da allergische Reaktionen ausgelöst werden können. Dieses Material darf nicht über die Biotonne oder Hausmüll entsorgt werden, es bleibt also nur die gesonderte Entsorgung in den TAB.

## 9. Die TAB als Teil des Green Deal

Im Hinblick auf den aktuellen „Green Deal“ der EU wird es voraussichtlich neue Initiativen zur frühzeitigeren Schließung von Deponien in Europa geben (müssen), da die Reduktion von THG-Emissionen in der Abfallwirtschaft deutlich günstiger zu finanzieren ist als in anderen Wirtschaftsbranchen (geringe CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten). In der Übergangszeit bis zum Aufbau von geordneten stofflichen und thermischen Verwertungsstrukturen – insbesondere in Ost- und Südeuropa – werden im Rahmen der Europäischen Arbeitsteilung auch deutsche TAB einen wichtigen Beitrag leisten müssen. Voraussetzung hierfür sind freie Kapazitäten im Inland und tragfähige nachhaltige Vereinbarungen.

## 10. Zusammenfassung

Die TAB haben ihre Funktion innerhalb der Daseinsvorsorge in den letzten 125 Jahren kontinuierlich verändert, ihre Daseinsberechtigung dabei aber nicht verloren. Im Gegenteil – sie werden weiterhin zu den Grundpfeilern der deutschen Kreislaufwirtschaft gehören. Gerade im Zuge der zunehmenden Fokussierung

<sup>11</sup> Eigenauskunft ITAD

<sup>12</sup> Eigenauskunft ITAD

von Politik und Wirtschaft auf die Circular Economy als neuem Leitbild der Wirtschaftspolitik wird auch die Notwendigkeit einer vorhandenen und hochwertigen Schadstoffsенke deutlich: Ohne TAB wird keine vollständige Circular Economy möglich sein. Sie übernehmen wichtige Aufgaben bei der Entsorgungs- und Versorgungssicherheit, spielen eine zunehmend wichtige Rolle beim Klima- und Ressourcenschutz und entwickeln sich zunehmend zu multifunktionalen technischen Infrastruktureinrichtungen.

#### **Anschrift der Autoren**

##### **Dr. Bärbel Birnstengel**

Prognos AG  
Goethestraße 85, 10623 Berlin

##### **Dr. Jochen Hoffmeister**

Prognos AG  
Werdener Straße 4, 40227 Düsseldorf

##### **Prof. Dr.-Ing. Martin Faustich**

Technische Universität Dortmund  
Fakultät Raumplanung, Lehrstuhl Ressourcen- und Energiesysteme  
August-Schmidt-Straße 4, 44221 Dortmund