

Datenblatt		Index-No.		WT/S-01_MBT	
Zur Beschreibung von:					
Verfahren	X	Technik		anderes	
Bezeichnung	Mechanisch-biologische Behandlung/Stabilisierung von Abfällen				
Einsatz- bzw. Anwendungsziele	<p>Die mechanisch-biologische Behandlung wird für gemischte Abfälle mit signifikantem Organik-/Kohlenstoffanteil angewandt, um folgende Ziele zu erreichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stabilisierung und Minderung von Risikopotenzialen in Verbindung mit einer signifikanten Masse- und Volumenreduzierung aufgrund biologischen Abbaus (damit Verringerung des zur Deponierung kommenden Anteils biologisch aktiven Abfalls) und in Verbindung damit - die Erzeugung verschiedener Stoffströme, Gewinnung von recycelbaren Materialien und Verbesserung der Abfalleigenschaften für nachfolgende Behandlungsprozesse 				
Charakterisierung des allgemeinen Anwendungsrahmens (bitte auch Fussnoten beachten)					
Inbesondere anwendbar für folgende Abfallarten					
Gemischte Haushaltsabfälle	X	Leichtverpackungen		Speise- und Grünabfälle	
Papier/Pappe/Kartonagen		Altglas		Spermmüll einschließlich Elektro- und Haushaltsaltgeräte	(X ¹)
Altmittel		Altholz	(X ²)	Bau- und Abbruchabfälle	(X ³)
Altöl		Altfarben/-lacke		Altreifen	
Gefährliche Abfälle					
Produktions- bzw. branchenspezifische Abfälle	(X ³)				
Andere Abfallarten	(X)	alle biologisch abbaubaren Materialien ohne gefährliche Bestandteile			
Spezielle Charakteristika und Anforderungen der Anwendung					
Notwendigkeit einer Vorbehandlung: keine					
Verwertungsmöglichkeiten des Outputmaterials: Fe-/NE-Metalle werden wieder der Metallerzeugung zugeführt, heizwertreiche Fraktionen sind energetisch verwertbar. Nach geeigneter Nachbehandlung wie zusätzlicher Absiebung oder weiterer Stabilisierung können Reste der Rotte auch zur Deponieabdeckung und für Anwendung im Landschaftsbau und bei der Standortsanierung eingesetzt werden					
Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten für Outputmaterial: Die behandelte Feinfraktion kann abgelagert oder thermisch weiterbehandelt werden.					
Erfordernisse der Nachsorge: Nachsorgemaßnahmen sind auf die entstehenden Emissionen (Abluft, Abwasser) anzuwenden und fallen darüber hinaus im Rahmen der zur Ablagerung der Reststoffe üblichen Nachsorge an.					
Besondere Schutzerfordernisse: Die Abluft mechanisch-biologischer Behandlungsanlagen ist zu fassen und zu reinigen, soweit Abwasser entsteht, ist dieses ebenfalls zu erfassen und zu behandeln. Es sind zusätzlich technische und organisatorische Vorkehrung zur Vermeidung und Minderung von Geruchsbelastungen zu treffen.					
Potenzielle Gesundheitsrisiken: Bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung besteht ein Risiko erhöhter Keim- und Sporenbelastungen in der Luft. Durch geeignete technische und persönliche Schutzmaßnahmen (Halbmasken) ist dieser Gefahr zu begegnen.					

¹ hauptsächlich kohlenstoffreiche Stoffe und grundsätzlich ohne Elektro- und Haushaltsaltgeräte

² eine stoffliche Verwertung oder Nutzung in speziellen Holzverbrennungsanlagen sind besser geeignet

³ nur für den Bereich der mechanischen Vorbehandlung

Einfluss äußerer Gegebenheiten auf die Art und den Umfang der Anwendbarkeit	
<p>Infrastrukturelle Gegebenheiten: MBA-Anlagen können grundsätzlich überall errichtet werden, die Standorte sollten jedoch vorzugsweise in der Nähe der Anfallstelle der entsprechenden Abfälle oder in Deponienähe liegen und über eine Anbindung an Verkehrs- bzw. Transportwege verfügen. Ein Abstand zur nächsten Wohnbebauung sollte, wie bei den meisten Behandlungsanlagen für organische Abfälle eingehalten werden, um Belästigungen durch Geruch oder Schadtiere auszuschließen.</p>	
<p>Klimatische Gegebenheiten: MBA-Anlagen können grundsätzlich unabhängig von klimatischen Gegebenheiten betrieben werden, allerdings ist dieser Faktor bei der technischen Auslegung mit zu berücksichtigen. Extreme Bedingungen in Bezug auf Temperatur und Luftfeuchte können die Anwendung offener Rotteverfahren für die biologische Behandlungsstufe einschränken. Vergärungsreaktoren sind bei extremen Temperaturen zu isolieren und ggfs. beheizbar zu gestalten.</p>	
<p>Beschäftigungspotenziale: MBA-Anlagen eröffnen Beschäftigungspotenziale sowohl für ungerichtetes als auch höher qualifiziertes Personal. Speziell geschultes Personal ist insbesondere bei komplexer Prozessgestaltung erforderlich.</p>	
Technische Details	
Allgemeiner Überblick	
Kurzbeschreibung	<p>Bei der mechanisch-biologischen Behandlung werden gemischte Restabfälle durch eine Kombination von mechanischen und biologischen Prozessen so verändert, dass sie ein verringertes Reaktions- und Risikopotenzial aufweisen und somit sicher zur Ablagerung gelangen können. Das Ziel der Prozesskombination ist außerdem die Verringerung des Abfallvolumens und eine weitere Wertgewinnung durch Erzeugung von verwertbaren Materialien sowie, in einigen Fällen, Energie. Es gibt eine Vielzahl möglicher Prozesskonfigurationen jedoch immer in der Kombination mechanischer Prozesse und einer biologischen Behandlung als Kernverfahren. Einige Verfahrenskombinationen wurden zu einer integrierten Einheit entwickelt, einschließlich der Kontrolle von Emissionen und Gerüchen in einem geschlossenen System. Die mechanisch-biologische Behandlung ist sehr flexibel gestaltbar und kann damit an sich verändernde Abfallzusammensetzungen einfacher angepasst werden bzw. auch dann leistungsfähig sein. Sie ist ein Behandlungsweg für den es keiner zusätzlichen Anforderungen an die Abfallsammlung bedarf, d.h. auch für Haushaltsabfälle ohne jegliche Vorabtrennung geeignet.</p> <p>Die Hauptkonzepte der mechanisch-biologischen Behandlung unterscheiden sich in der Anordnung der Prozessschritte und dem Ziel der biologischen Behandlung. Dabei erfolgt entweder eine Aufteilung (Splitting) des Abfall vor der biologischen Behandlung oder eine biologische Stabilisierung des gesamten Abfalls mit nachfolgenden Prozessschritten.</p> <p>Beim „Splitting“ wird nur ein bestimmter Teil biologisch behandelt. Im biologischen Kernprozess gelangen die anaerobe Vergärung, die Kompostierung oder Bestandteile von beiden Technologien zur Anwendung. (Verfahrensansatz MBA; mechanisch-biologische Behandlung) Wird die anaerobe Vergärung eingesetzt, wird der Prozess normalerweise zur Optimierung der Biogasproduktion ausgelegt. Wenn die Kompostierung die Kerntechnologie der biologischen Behandlung bildet, wird kein Biogas erzeugt. Im Rotteprozess wird gemischter Abfall in stabiles Material zur Deponierung umgewandelt.</p> <p>Beim Stabilisieren (Verfahrensansatz MBS; mechanisch-biologische Stabilisierung) wird der gesamte Abfall biologisch behandelt und das stabilisierte Material anschließend in verwertbare Materialien, Sekundärbrennstoff und Material zur Deponierung getrennt. Hauptziel ist die Erzeugung von Sekundärbrennstoff zur energetischen Verwertung.</p>

grundlegende Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • feste organik-/kohlenstoffreiche Abfälle ohne gefährliche Bestandteile als Input • Vorliegen eines bestimmten Standards in Bezug auf die Kontrolle und Behandlung von Emissionen und weitere Schutzmassnahmen (möglichst in einem Regelwerk gefasst) • Energieversorgung
zu erwartende Ergebnisse	<p>Output</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hochkalorische Grobfraktion (MBA) oder brennbares Stabilat (MBS) - Stabilisiertes Rottematerial (MBA) oder stabilisierte Feinfraktion (MBS) zur Ablagerung - Verwertbare Materialien (hauptsächlich Metalle, deren Qualität höher ist, als die in einer Müllverbrennungsanlage rückgewonnenen Metalle). - Rest- und Störstoffe - Staub, Abwasser und Abluft <p>Qualitätsanforderung an den Output:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Qualität des Rottematerials sollte an Werten für Material aus der biologischen Behandlung ausgerichtet werden, d.h. vorzugsweise einen Feuchtegehalt <50 % und eine Atmungsaktivität von unter 40 mg/kg TS aufweisen. - Das Abwasser der anaeroben Vergärung sollte in geeigneter Form behandelt werden, um den Anforderungen an eine Abgabe in Oberflächengewässer zu entsprechen (z.B. lt. Richtlinie 91/271/EEC)
besondere Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung von Volumen und Reaktionspotenzial des zur Deponierung vorgesehenen Abfalls und damit Verringerung des benötigten Deponieraumes einerseits sowie der Gasemissionen, Sickerwasserentstehung, Schädlinge und Geruchsbildung auf Deponien andererseits. • Verknüpfung von materialspezifischer Behandlung und Erzeugung verschiedener Materialfraktionen für eine anschließende Verwertung • Möglichkeit der Energiegewinnung (aus biologischem Prozess und/oder durch Einsatz des erzeugten Sekundärbrennstoffs) • Realisierung in einfacher und wenig kapitalintensiver Form möglich
spezifische Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • die nicht vollständige Mineralisierung des Abfalls erfordert weitere Behandlungsmaßnahmen oder Nachsorge auf der Deponie • vergleichsweise geringe Ausnutzung des Energiegehaltes im Abfall

Anwendungsdetails	
Technische Umsetzung	<p>Den Kern der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung bildet der biologische Prozess, durch ihn können jedoch nur biologisch abbaubare Fraktionen behandelt werden. In Abhängigkeit vom weiteren Entsorgungsweg und der dafür notwendigen Materialqualität werden daher mechanische Prozesse von unterschiedlicher Intensität und Zielwirkung erforderlich. Diese mechanischen Prozesse gehen der biologischen Behandlung entweder voraus und separieren dabei die verwertbaren, nicht abbaubaren Stoffe von der biologisch behandelbaren Fraktion, oder sie sind dem biologischen Prozess nachgeordnet und tragen dazu bei, recycelbare und als Brennstoff verwertbare Stoffströme zu generieren.</p> <p>Mechanische Behandlung</p> <p>Diese besteht normalerweise aus verschiedenen mechanischen Prozessen, welche dazu dienen, die physikalischen und brennstofftechnischen Eigenschaften des Abfallinputs und dessen Zusammensetzung so zu verändern, dass nachfolgende Prozesse und Möglichkeiten der Verwertung verbessert werden.</p> <p><u>Die technische Minimalausstattung</u> für eine effiziente Behandlung umfasst folgende Installationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lager- und Beschickungseinrichtungen - Entfernung von Stör- und Fremdstoffen - Vorzerkleinerung <p>In Fällen der mechanischen Behandlung vor der biologischen Stufe, d.h. beim <u>Verfahrensansatz MBA</u> wird wie folgt vorgegangen:</p> <p><u>(i) Lager und Beschickung</u></p> <p>Flachbunker bzw. Tiefbunker nehmen den angelieferten Abfall auf. Im Flachbunker können sperrige Störstoffe mit Hilfe von Radlader oder speziellen Greifern grob entfernt werden. Unabhängig davon kann der angelieferte Abfall hier ohne große Probleme kontrolliert werden. Dabei lassen sich auch problematische Lieferungen von der Behandlung ausschließen. In Flachbunkern ist des weiteren die getrennte Lagerung verschiedener Fraktionen (z.B. trockene gewerbliche Abfälle, Sperrmüll, nasse Haushaltsabfälle) einfacher realisierbar. Sie sind kostengünstiger als Tiefbunker, erfordern aber einen größeren Flächenbedarf.</p> <p>Im Tiefbunker kann der angelieferte Abfall leicht gemischt werden. Andererseits ist jedoch das Aussortieren von Störstoffen relativ schwierig. Tiefbunker eignen sich besonders zur Aufnahme nasser Haushaltsabfälle. Für trockene Abfälle stellt der Flachbunker die bessere Option dar. Im allgemeinen sind Flachbunker daher bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung die Vorzugslösung.</p>

Fortsetzung Technische Umsetzung	<p><u>(ii) Abtrennung von Fremd- und Störstoffen</u></p> <p>Im Falle des Betriebs von Flachbunkern sind störende sperrige Materialien leicht mit speziellen Greifern (Greifbagger) oder Radladern zu entfernen. Andere Störstoffe (wie Akkus, große Kunststofffolien) werden i.d.R. an der Fördereinrichtung oder am Fließband entfernt. Bei trockenen sperrigen und gewerblichen Abfällen wird auch die manuelle Auslese in belüfteten Kabinen praktiziert. Aufgrund der potenziellen Gesundheitsrisiken ist diese Vorgehensweise nicht für nasse Haushaltsabfälle geeignet. Hier ist die maschinelle Abtrennung (z.B. mit Greifbagger) erforderlich.</p> <p><u>(iii) Zerkleinerung</u></p> <p>Neben der Erzeugung eines homogenen Abfallgemisches wird bei diesem Schritt die Reaktionsoberfläche vergrößert und noch verpackte Materialien werden für die nachfolgenden Prozessschritte verfügbar gemacht. Weil die Vorzerkleinerung der energieintensivste Schritt in der mechanischen Behandlung ist, wird diese nur in ausgewählten Fällen angewandt. Sperrige und gewerbliche Abfälle müssen jedoch immer vorzerkleinert werden.</p> <p>Für die Vorzerkleinerung (bis zu einer Größe zwischen 250-500 mm) werden Schneideinrichtungen (z.B. Rotorscheren), Schredder und Brecher genutzt. Die Hauptzerkleinerung (100-250 mm) erfolgt mit Rotorscheren, Schredder und Kaskadenmühlen. Feinzerkleinerungen (< 25 mm) werden durch Kutter oder Hammermühlen durchgeführt.</p> <p>Die mechanische Vorbehandlung kann weiterhin folgende Schritte beinhalten:</p> <p><u>(iv₁) Eisenmetallabscheidung</u></p> <p>Große Metallteile werden bereits im Lagerbereich abgetrennt, kleine Teile können hingegen im Abfall verbleiben. Die kleinen Eisenteile können durch Überbandmagneten aus dem darunter durchlaufenden und ausreichend verteilten Materialstrom abgeschieden werden. Weil Eisenmetalle sehr leicht abgetrennt und verwertet werden können, gehört deren Abscheidung zu den häufigen Bestandteilen einer MBA.</p> <p><u>(iv₂) Nichteisenmetallabscheidung</u></p> <p>Weiterhin möglich ist die Abtrennung von Nichteisenmetallen, insbesondere im Stoffstrom < 80 mm. Für verwertbare Nichteisenmetalle können hohe Erlöse erzielt werden.</p> <p><u>(v₁) Abtrennung des Überkorns durch Siebung</u></p> <p>Wenn wesentliche Anteile an Kunststoffen und Holz im Abfall enthalten sind, erfolgt häufig die Abtrennung zusammen mit Papier/Pappe in einer Siebtrommel. Die Siebung bei einer Korngröße von 100 bis 150 mm erzeugt eine hochkalorische Fraktion im Siebüberlauf (Papier/Pappe, Kunststoffe, Holz). Im Siebdurchgang sind die biologisch abbaubaren Materialien konzentriert. Für sperrige Abfälle findet die Siebtrommel keine Anwendung. Wird aus dem Siebüberlauf Sekundärbrennstoff erzeugt, wird dieser anschließend zerkleinert und eventuell konditioniert und kompaktiert.</p> <p><u>(v₂) Abtrennung von Leicht- und Schwerfraktion durch Klassierung</u></p> <p>Bei der Klassierung, zum Beispiel mittels Windsichter, werden aus der hochkalorischen Fraktion Glas und Steine entfernt. Dieses Verfahren ist jedoch weniger häufig als die Siebung.</p>
-------------------------------------	--

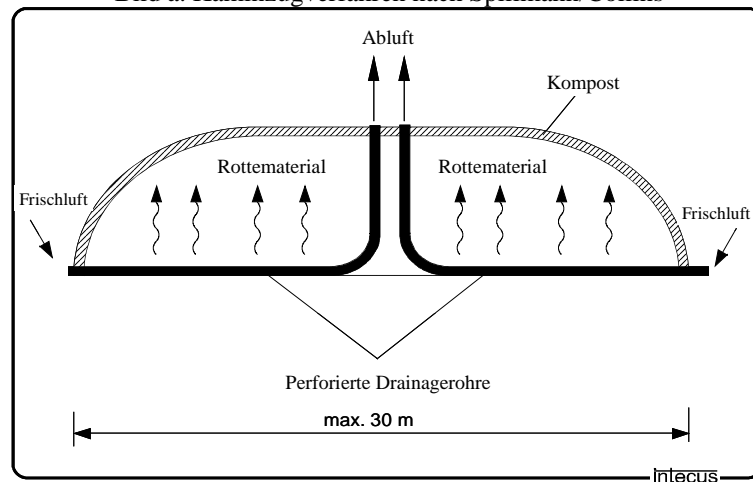
<p>Fortsetzung Technische Umsetzung</p>	<p><u>(vi) Abtrennung durch Sortierung</u></p> <p>Wo der trockene Abfall (insbesondere gewerblicher und sperriger Abfall sowie Abfall aus dem Baubereich) hohe Anteile an verwertbaren Materialien enthält, kann eine manuelle Sortierung stattfinden. Die Sortierschritte erfolgen meist im Anschluss an eine Vorsiebung. Windsichtungen sind eine wertvolle Unterstützung bei der Trennung des Abfallgemisches und der Erzeugung von Ersatzbrennstoffen.</p> <p><u>(vii) Weitere Zerkleinerung</u></p> <p>Im Falle der Nutzung der hochkalorischen Fraktion als Brennstoff z.B. in der Mitverbrennung (↗ siehe auch Datenblatt "Industrielle Mitverbrennung" Blatt-Nr. (WT/I-01_ICC) ist oft eine weitere Zerkleinerung erforderlich. Vorzugsweise kommen Schnellläufer zur Anwendung. Mit diesem Zerkleinerer ist eine Korngröße von 60-80 mm erzielbar. Ist eine weiterführende Zerkleinerung notwendig, muss der Abfall erst pelletiert werden, was mit hohem technischen Aufwand verbunden ist.</p> <p><u>(viii) Ballenpressen</u></p> <p>Für eine optimierte Lagerung und einen besseren Transport wird das abgetrennte Material (meist Kunststoffe und Papier) oft in Ballen gepresst.</p> <p>Beim <u>Verfahrensansatz MBS</u> wird nach der biologischen Stabilisierung mechanisch meist das Metall abgeschieden (iv), gesiebt (Erzeugung der mineralischen Feinfraktion), zerkleinert and pelletiert. Vor dem biologischen Prozess kann es notwendig sein eine Abtrennung der Störstoffe und eine Vorzerkleinerung durchzuführen.</p> <p>Biologische Behandlung</p> <p>Für die biologische Behandlungsstufe kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz. Gewöhnlich sind dies die Intensivrotte/Kompostierung oder die anaerobe Vergärung. Details hierzu sind in separaten Datenblättern enthalten ↗ siehe Datenblätter "Kompostierung", Blatt Nr. WT/R-05_COM und "Anaerobe Vergärung"; Datenblatt Nr. WT/R-06_ADI .</p> <p>Nachfolgend werden nur die Besonderheiten der genannten Verfahren bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung dargestellt werden.</p> <p>Für den <u>Verfahrensansatz MBA</u> betrifft dies:</p> <p><u>Rotteverfahren</u></p> <p>Wie beim Kompostieren können statische und dynamische Methoden zur Rotte des Abfalls eingesetzt werden. Statische Methoden sind die einfachsten Methoden der Rotte. In diesem Fall wird der Abfall während des biologischen Abbaus nicht bewegt. Dazu wird der homogenisierte Abfall zu einfachen Rottehaufen, Dreiecksmieten oder Trapezmiete aufgesetzt. Die Mieten bestehen normalerweise aus mehreren Schichten, so auch aus Holzpaletten oder anderem Strukturmaterial zur Gewährleistung einer angemessenen Belüftung. Die Miete ist auf einem undurchlässigen Untergrund zu errichten damit das Grundwasser nicht kontaminiert wird. Rottesysteme ohne Bewegung des Abfalls und ohne technische Unterstützung zur Belüftung und Bewässerung werden nur für die passiv belüftete Nachrotte (offene Nachrotte auf Deponieflächen) genutzt.</p>
---	--

Fortsetzung
Technische Umsetzung

Für die Hauptrotte werden Verfahren mit aktiver Belüftung und unter Kontrolle des Wasser- und Sauerstoffgehaltes eingesetzt.

Das einfachste Verfahren ist hierbei das Kaminzugverfahren nach Spillmann/Collins. In diesem Verfahren werden perforierte Drainrohre tangential zur Miete verlegt. Die Entfernung zwischen den Rohren beträgt ca. 3 bis 4 m. Das Ende des Rohres liegt etwa in der Mitte der Miete. Durch die biologische Selbsterhitzung des Rottematerials wird ein Luftstrom erzeugt, welcher das Rottematerial mit Sauerstoff versorgt. Durch Bewässerung wird der Feuchtgehalt des Materials konstant gehalten. Möglich sind bis zu 2,5 m hohe und 30 m breite Trapezmieten. Nach 3-6 Monaten intensiver Rotte ist ein Wenden der Miete notwendig. Die Miete ist mit Kompost abgedeckt, so dass Gerüche und Emissionen von gesundheitsgefährdenden Substanzen reduziert werden.

Bild a. Kaminzugverfahren nach Spillmann/Collins



Eine andere statische Methode sind Rotteboxen und -container.

Die Boxen können aus verstärktem Beton oder Stahl hergestellt sein. Sie haben einen beweglichen perforierten Boden und arbeiten im Batch-Betrieb. Die Boxen werden mit Luft über den perforierten Boden versorgt, die Abluft wird oben abgesaugt und anschließend behandelt. Die Rotteboxen erfordern eine gründliche mechanische Vorbehandlung. Die Intensivrotte ist nach 8-10 Tagen abgeschlossen. Die Technologie ist einfach und langlebig.

Bild b. Rotteboxen mit installierter Ablufferfassung und Sickerwasserbehandlung



Fortsetzung
Technische Umsetzung

Dynamische oder quasi-dynamische Methoden, wie Rottetrommel, Tunnelreaktoren und regelmäßige umgesetzte Mieten, können ebenso eingesetzt werden. Details hierzu enthält das Datenblatt zu Kompostierungsverfahren ↗ siehe Datenblatt "Kompostierung"; Datenblattindex ([WT/R-05_COM](#))

Intensive Rottetechnologien sind hervorragend beim **Verfahrensansatz MBS** zu implementieren. Sie werden zur biologischen Trocknung und Sterilisierung des gesamten Inputstromes angewandt und erzeugen auf diesem Weg einen Output, welcher weitgehend für die thermische Behandlung und für Verbrennungsprozesse geeignet ist. Zum Zweck der Trocknung werden die biologischen Eigenschaften des Abfalls genutzt. Dazu werden die technischen Systeme meist mit unsortiertem, jedoch homogenisiertem Abfall komplett befüllt. Sickerwasser und Abluft werden gefasst und letzteres gereinigt. Angesichts des unsortierten Inputs und den hohen Emissionsraten sowie des Sickerwasseraufkommens in der ersten Phase der Behandlung ist der Prozess vollständig zu kapseln.

Bild c: Vollständig gekapselte Rottecontainer zur biologischen Trocknung und Stabilisierung von gemischten Restabfällen nach dem Verfahrensansatz MBS



Bildquelle: Nehlsen

Aufgrund des durch die biologische Trocknung reduzierten Feuchtegehalts und durch die nachträgliche Abtrennung nicht brennbarer Materialien ist die thermische Behandlung des Outputmaterials relativ gut möglich. Der Heizwert des so erzeugten Sekundärbrennstoffs reicht bis in den Bereich zwischen 12-16 MJ/kg, was eine industrielle Mitverbrennung ermöglicht.

Eine andere Möglichkeit der Realisierung der biologischen Stufe nach dem **Verfahrensansatz MBA**, ist die Anaerobe Vergärung

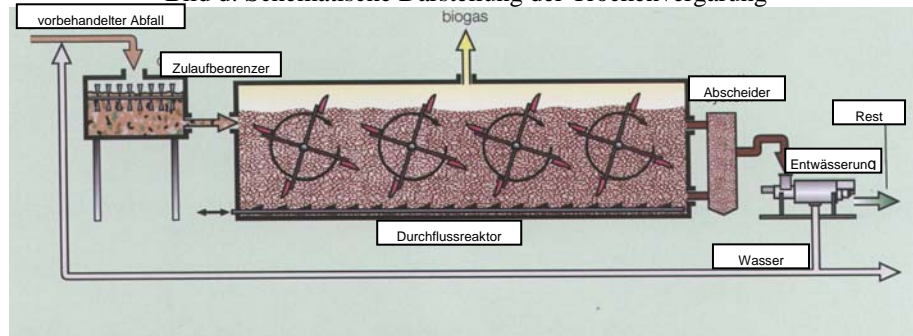
Bei der anaeroben Vergärung findet der biologische Abbau unter Sauerstoffabschluss in einem geschlossenen Reaktor statt. Es kann zwischen trockener und nasser Vergärung unterschieden werden. Nähere Beschreibungen hierzu enthält ein separates Datenblatt. ↗ siehe Datenblatt "Anaerobe Vergärung"; Datenblattindex [WT/R-06_ADI](#)

Im folgenden sollen die spezifischen Vergärungstechnologien beschrieben werden, wie sie in der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung eingesetzt werden. Wenn eine anaerobe Vergärung in eine MBA integriert ist, wird der Prozess i.d.R. zur Optimierung der Biogasproduktion ausgelegt. In einigen Fällen wird die Optimierung nach Biogasproduktion und Sekundärbrennstoff-erzeugung ausgelegt. Aufgrund der Inhomogenität des zu vergärenden Mate

Fortsetz. technische Umsetzung

rials (Sedimente auf der einen und Faserstoffe auf der anderen Seite) bildet die einstufige Trockenvergärung häufig die bevorzugte Behandlungsmethode.

Bild d: Schematische Darstellung der Trockenvergärung



Bildquelle: Linde-KCA

Die Vorteile der Trockenvergärung sind:

- geringer Wasserbedarf,
- durch den höheren Trockengehalt sind sedimentierende Komponenten im Vergleich zur Nassvergärung besser zu integrieren.

Die Behandlung von Restabfällen durch die anaerobe Vergärung setzt bestimmte Anforderungen an die Ausstattung, an das Personal und an die Anlagenplanung. Die Wahrscheinlichkeit der Schwimmdeckenbildung an der Oberfläche ist sehr hoch, damit auch das Risiko von Explosionen. Korrosionsfördernde (z.B. Chlor, Schwefel, Säuren) und abrasive Materialien (z.B. Mineralien, Metalle) erzeugen einen hohen Verschleiß. Die typischen Probleme der Behandlung von Restabfällen durch die anaerobe Vergärung können durch folgende technische Lösungen minimiert werden:

- Eindüsung von Biogas anstelle von Rührwerken zur Umwälzung im Vergärungsreaktor führt zur Minimierung der Schwimmschichtbildung und vermeidet Umwicklungen des Rührwerkes,
- Vorherige Abscheidung und Entfernung von schweren Komponenten (sedimentierende Materialien) und Leichtstoffen (Textilien, Folien zur Vermeidung von Ummantelungen, Verstopfungen und Schwimmschichtbildung),
- Einstellung des Trockensubstanzgehaltes auf 20-40 % vor der Vergärung oder
- Waschen der Feinfraktion nach der mechanischen Vorbehandlung mit dem Ziel der Entfernung von Leichtstoffen, Sand und anderen abrasiven Materialien (z.B. Glas); das restliche Material, welches überwiegend aus biologisch abbaubaren Substanzen besteht, kann im Nassverfahren vergoren werden.

Der Vergärungsprozess ist nach ca. 18-21 Tagen abgeschlossen. Danach wird der Output in einer Presse entwässert. Die festen Rückstände werden in einer Kompostierung weiterbehandelt und anschließend deponiert, das Abwasser ist einer weiteren Behandlung zu unterziehen.

Die Abluft aus MBA- und MBS-Anlagen ist grundsätzlich zu fassen und zu behandeln. Entsprechend der eingesetzten Verfahren, Luftmengen und gesetzlichen Vorgaben können dafür Biofilter aber auch thermische Verfahren wie die regenerative thermische Oxidation in Frage kommen. Vorteil thermischer Verfahren ist die weitgehende Reduzierung organischer Verbindungen. Nachteilig sind der Energiebedarf (insbesondere wenn die Anlage selbst kein Biogas erzeugt) und teilweise noch hohe Unterhaltungsaufwand der Technik.

Stofffluss und -mengen	<ul style="list-style-type: none"> • Input: <ul style="list-style-type: none"> - 100 % Gemischter Siedlungsabfall - Wasser (wenn Vergärung als biologische Stufe eingesetzt wird) • Output (ausgehend von der durchschnittlichen Abfallzusammensetzung in Europa): <ul style="list-style-type: none"> - 2-5 % Störstoffe - 2-4 % Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle) - 30-45 % Sekundärbrennstoff - 40-65 % Feinfraktion zur biologischen Behandlung <ul style="list-style-type: none"> davon: 15-25% Masseverlust durch biologischen Abbau, bis zu 20% Austrag als Wasser 5% Umwandlung zu Biogas 30-40% verbleiben als Rest zur Deponierung. <p>Der veränderte Verfahrensablauf der Abtrennung und der biologischen Aktivität beim MBS-Verfahren verbessert die Verwertbarkeit von nicht biologisch abbaubaren Materialien und führt zu einer Reduzierung der zu deponierenden Mengen</p>
Anwendungsbereich	<p>Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen werden bislang in folgenden Dimensionen errichtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minimaler Durchsatz (mit einfachen Rottmethoden): 25,000 t/a - Minimaler Durchsatz (mit anaerober Vergärung): 60,000 t/a - Obere Durchsatzmengen: ca. 300,000 t/a
Zusammenhänge und Kombinierbarkeit mit anderen Techniken	<p>Die mechanisch-biologische Abfallbehandlung ist ein der Abfallablagerung vorgeschalteter Behandlungsschritt. Gleichwohl damit keine speziellen Anforderungen an die Abfallsammlung verbunden sind und Kriterien für eine sichere Ablagerung der Abfälle durch die Behandlung besser erfüllt werden, ist anzustreben, dass Verfahren so zu gestalten, dass ein hoher Teil der im Abfall enthaltenen Wertstoffe und Energie im Zuge des Verfahrens für eine weitere Nutzung verfügbar gemacht wird.</p>
Orientierungswerte für die Anwendung	
Ressourceneinsatz	
Energiebilanz	<p>Der durchschnittl. Energiebedarf liegt zwischen 20-60kWh/t, wobei der größte Anteil mit ca. 10-30 kWh/t auf die mechanische Vorbehandlung entfällt.</p>
CO ₂ -Relevanz	<p>Signifikante Emissionen an CO₂ und anderen Treibhausgasen treten während der biologischen Behandlung auf. Deshalb sollte die Behandlung in einem geschlossenen System (Reaktor, Hallen mit Luftreinhaltung) durchgeführt und verschiedene Maßnahmen zur Emissionsminderung umgesetzt werden. Andererseits stellt die Behandlung sicher, dass der restliche Kohlenstoff als stabilisiertes organisches Materialien vorliegt und somit nicht durch Abbau auf der Deponie zur Freisetzung in die Atmosphäre kommt.</p>
Benötigte Hilfsmittel oder Zusatzstoffe	<p>keine anderen als die genannten</p>
Personalbedarf	<p>Der Bedarf an Personal hängt vorwiegend von der Kapazität der Anlage ab. Der durchschnittliche Bedarf ist ähnlich dem bei Kompostierungsanlagen. Eine integrierte manuelle Sortierung erfordert naturgemäß einen größeren Arbeitskräftebedarf.</p>

Flächenbedarf	Der minimale Flächenbedarf ist abhängig von der Anlagenkapazität. Der zusätzliche Flächenbedarf kann sehr gering sein, wenn die Behandlung Teil der Deponierung ist, wobei nur der für die Mietenkompostierung oder Rottefelder benötigte Platz notwendig wird. Entsprechend können die Angaben zum Flächebedarf bei der Kompostierung und anaeroben Vergärung genutzt werden. ➤ siehe Datenblätter "Kompostierung", Blatt Nr. WT/R-05_COM und "Anaerobe Vergärung"; Datenblatt Nr. WT/R-06_ADI .									
Nachsorgeaufwand	Nachbehandlungsmaßnahmen sind auf die entstehenden Emissionen (Abluft, Abwasser) anzuwenden und fallen darüber hinaus im Rahmen der bei der Reststoffablagerung üblichen Nachsorge an.									
Kosten										
Investitionskosten	<p>Die Investition umfassen in der Hauptsache die folgende Kostenpositionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosten für Grundstücksakquisition und -erschließung in Abhängigkeit von den lokalen Bedingungen und der geplanten Kapazität, (deutlich geringer, wenn die Behandlung auf einer Deponie durchgeführt wird) • Ausstattung <ul style="list-style-type: none"> <i>mechanische Stufe:</i> Bauten inkl. Bunker: 40 EUR/(t*a) stationäre Maschinen: 20-80 EUR/(t*a) mobile Ausrüstung: 5-10 EUR/(t*a) <i>biologische Stufe:</i> <u>Rotteverfahren:</u> Bauteile: 70-90 EUR/(t*a) stationäre Maschinen: 110-140 EUR/(t*a) <u>Vergärung:</u> Bauteile: 50-60 EUR/(t*a) Stationäre Maschinen: 130-180 EUR/(t*a) <p>Überschlägige Schätzungen der Kapitalkosten für eine komplette MBA-Anlage liegen in Europa in einem Bereich zwischen 12 Mill. EUR für eine Anlage mit Kapazität von 50,000 t/a und 40 Mill. EUR. für eine Anlage mit einer Kapazität von 220,000 t/a. Sehr einfach ausgelegte MBA Prozesse auf Deponien lassen sich in weniger kapitalintensiven Ländern auch in einer Größenordnung von 15-20 EUR pro Tonne Input realisieren.</p>									
Betriebskosten	<p>Laufende Kosten fallen an für</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal (in Abhängigkeit vom lokalen Arbeitsmarkt) • Energieverbrauch, Versicherungen u.ä. • Reparatur und Wartung <ul style="list-style-type: none"> - für jedes Bauteil ungefähr 1 % der Investkosten - Maschinen und Elektronik: 3-6 % der Investkosten - Mobile Ausstattung (z.B. Radlader): 8-15 % der Investkosten <p>bei MBA-Anlagen mit anaerober Vergärung bewirkt die höhere Abnutzung höhere Wartungskosten im Vergleich zur Bioabfallvergärung (siehe Tabelle)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Reparatur/Wartungskosten der ersten 5 Jahre (in % vom Invest)</th> <th>Maschinen und Elektronik</th> <th>Bauteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bioabfallvergärung</td> <td>2-3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Restabfallvergärung</td> <td>4-6</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Reparatur/Wartungskosten der ersten 5 Jahre (in % vom Invest)	Maschinen und Elektronik	Bauteil	Bioabfallvergärung	2-3	1	Restabfallvergärung	4-6	1
Reparatur/Wartungskosten der ersten 5 Jahre (in % vom Invest)	Maschinen und Elektronik	Bauteil								
Bioabfallvergärung	2-3	1								
Restabfallvergärung	4-6	1								
Möglichkeit von Einnahmen	Durch Verkauf von verwertbaren Materialien, insbesondere Metallen, Sekundärbrennstoffe sind im Moment noch nicht mit Erlösen absetzbar									
Massespezifische Gesamtkosten	Im Bereich von 40-100 EUR/t nur für die Behandlung (ohne Kosten für die anschließende Ablagerung und Verwertung der Sekundärbrennstoffe)									

Andere relevante Aspekte	
	Die mechanisch-biologische Abfallbehandlung wird grundsätzlich für Abfall angewendet, welcher vor der Deponierung hinsichtlich seiner biologischen Aktivität zu reduzieren ist und damit auch geringere Nachsorgeaufwendungen verursacht. Dies hat starke Auswirkungen für den nachhaltigen Deponiebetrieb und das davon ausgehende Umweltbelastungspotenzial. Studien zur Bestimmung von Umweltbelastungen unterstellen, dass die Ablagerung von stabilisierten Abfall nur zur Erzeugung von etwa 10 % des Deponiegases und 10 % des Deponiesickerwasser führt als bei unbehandelten Abfällen.
Sonstige Details	
Marktübersicht	
Referenzanwendungen <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	Die Technologie der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten in Europa stark entwickelt. Heute sind in Europa mehr als 100 Anlagen zur Behandlung von Restabfällen auf diesem Wege in Betrieb. In Deutschland werden allein etwa 50 Anlagen mit Kapazitäten >20,000 t/a betrieben. Die durchschnittliche Anlagengröße liegt im Bereich von 100,000 t/a, aber es existieren auch Anlagen mit einem Durchsatz von bis zu 300,000 t/a. Eine Abfallbehandlung mit dieser Technologie führt in mehr oder weniger großem Umfang fast jedes große Entsorgungsunternehmen durch, z.B. Nehlsen, Remondis, ALBA Als Beispielbetriebe sind zu nennen: MEAB mbH, Schöneiche www.meab.de Zweckverband Abfallwirtschaft Saale-Orla, Pößneck www.zaso-online.de MBA Neumünster GmbH, Neumünster www.mba-nms.de WEV GmbH, Großpösna www.e-wev.de Anwendungen in großem Umfang sind auch aus Ländern wie Österreich, Großbritannien, Niederlande und Italien bekannt.
Anerkannte Hersteller und Dienstleister <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	Anlagentechnik für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung wurde in Deutschland in der Vergangenheit von einem breiten Herstellerspektrum angeboten. Inzwischen hat sich der Anbieterkreis verkleinert und viele Firmen haben sich auf die Bereitstellung spezieller Verfahrenskomponenten spezialisiert. Dazu gehören u.a.: <u>Zerkleinerungsaggregate:</u> HAMMEL Recyclingtechnik GmbH, Bad Salzungen www.hammel.de <u>Klassierer und Trenntechnik:</u> EuRec Technology GmbH, Merkers www.eurec-technology.com Lonkwitz Anlagenbau GmbH & Co. KG, Wetzlar-Nauborn www.lonkwitz.com Frey GmbH Caminau, Königswartha www.freygmbh-caminau.de <u>Metallabscheider:</u> Steinert Elektromagnetbau GmbH, Köln www.steinert.de IMRO Maschinenbau GmbH, Uffenheim www.imro-maschinenbau.de Wagner Magnete GmbH & Co. KG Spann- und Umwelttechnik, Heimertingen www.wagner-magnete.de <u>Abluftbehandlungssysteme</u> LTB Lufttechnik Bayreuth GmbH & Co. KG, Goldkronach www.ltb.de Dürr Systems GmbH Environmental and Energy Systems, Stuttgart www.durrenvironmental.com/de
Anerkannte Hersteller und Dienstleister <i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i>	Die Gesamtanlagenplanung von Anlagen wird häufig von spezialisierten Planungsbüros oder dem Anlagenbetreiber selbst vorgenommen. Einige Beispiele aus diesem Bereich sind die Firmen: Strabag Umwelтанlagen GmbH (ehemals Linde-KCA), Dresden www.strabag-umwelтанlagen.com Komptech Vertriebsgesellschaft Deutschland mbH, Oelde www.komptech.de HAASE Energietechnik AG, Neumünster www.haase-energietechnik.de AMB Anlagen Maschinen Bau GmbH, Oschersleben www.amb-vertrieb.de

Anmerkungen und weitere Referenzdokumente

Relevante **Organisationen** und Anlaufstelle für **weitere Informationen** über die mechanisch-biologische Abfallbehandlung und ihre Umsetzung sind:

Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung:

www.asa-ev.de

Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfälle:

www.ans-ev.de

Deutsche Gesellschaft für Abfallwirtschaft e.V.:

www.dgaw.de

Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e.V.:

www.bgs-ev.de