

ANAEROBE VERGÄRUNG

EINSATZ- BZW. ANWENDUNGS-ZIELE:

- Behandlung von organischen Abfällen, Klärschlamm aus der Abwasserbehandlung und Abwässern mit sehr hohem CSB-Gehalt
- Reduzierung des abbaubaren Organikanteils und der Reaktivität bei den genannten Abfällen
- Energiegewinnung aus Abfällen

CHARAKTERISIERUNG DES ALLGEMEINEN ANWENDUNGSRAHMENS

INSBESONDERE ANWENDBAR FÜR FOLGENDE ABFALLARTEN

Altglas		Leichtverpackungen		Speise- und Grünabfälle	X
Papier/Pappe/Karton		Gemischte Haushaltsabfälle	X ¹	Sperrmüll	
Altlampen		Alttextilien		Elektro(nik)altgeräte	
Altmetall		Altholz		Bau- und Abbruchabfälle	
Altöl		Altfarben/-lacke		Altreifen	
Gefährliche Abfälle					
Produktions- bzw. branchenspezifische Abfälle	X	getrennt erfasste Abfälle, z.B. Gastronomieabfälle, gewerbliche Speiseabfälle, Fettabscheiderabfälle, Abfälle aus der Landwirtschaft, Gülle, Schlachtabfälle, Tierkörperverwertungsabfälle (nach Drucksterilisation), Marktabfälle			
Andere Abfallarten	X	Klärschlamm, biologischer Schlamm aus aerober Behandlung, organische Stoffe			

SPEZIELLE CHARAKTERISTIKA UND ANFORDERUNGEN DER ANWENDUNG:

Notwendigkeit einer Vorbehandlung:

Der Abfall ist getrennt zu erfassen und gegebenenfalls auf ein notwendiges Korngrößenspektrum zu zerkleinern. Bei bestimmten Abfällen (z.B. Schlachtabfälle) kann eine Hygienisierung vor der Vergärung notwendig sein.

Verwertungsmöglichkeiten des Output-Materials:

Der Gärrest ist zu entwässern. Resultiert er allein aus einem Input an Bioabfällen kann er nach anschließender Hygienisierung/Kompostierung wie Kompost aus der Kompostierung verwertet werden. Eine direkte Aufbringung dieses Gärrests auf Ackerland ist unter bestimmten Voraussetzungen möglich, in einigen Ländern auch generell zulässig. In anderen Fällen wird der getrocknete Gärrest energetisch genutzt.

Beseitigungs- und Ablagerungsmöglichkeiten des Output-Materials:

Reste aus der Vergärung wie abgesiebte Folien sind mit anderen Verfahren (z.B. thermische Verfahren) zu behandeln.

Nachsorgebedarf: Der flüssige Anteil des Gärrestes enthält Restpartikelkonzentrationen und alle gelösten Inhaltsstoffe, so dass eine weitere Behandlung meist notwendig ist, bspw. in Form der Abgabe an eine örtliche Abwasserbehandlungsanlage.

Besondere Schutzanforderungen:

Die Abluft aus der Vergärung (insbesondere Bereich der Annahme und mechanischen Aufbereitung) ist zu erfassen und zu behandeln bzw. es sind geeignete technische, organisatorische Maßnahmen zur Vermeidung/Verminderung von Emissionen (insbesondere Geruch) zu treffen.

Potenzielle Gesundheitsrisiken:

Im Bereich der Annahme und mechanischen Aufbereitung der Abfälle besteht ein Risiko erhöhter Keim- und Sporenbelastungen in der Luft. Durch geeignete technische und persönliche Schutzmaßnahmen (Mundmasken) ist dieser Gefahr zu begegnen.

Geeignete Finanzierungsmechanismen:

Die Finanzierung kann über eine direkte Gebühr bei Anlieferung des Abfalls oder für das dazu eingerichtete Sammelsystem (Biotonne) erfolgen. Die Kosten können alternativ auch in die Erfassungsgebühr o. Grundgebühr für die Restabfallsammlung eingeschlossen oder über pauschale Finanzierungsmodelle für die Abfallwirtschaft gedeckt werden. Erzeugte Energie/Strom bildet bei Einspeisung ins Netz eine Einnahmequelle bzw. trägt zur Deckung des Eigenbedarfs und folglich zu geringeren Betriebskosten bei.

¹ insbesondere zur Vorbehandlung der organikreichen Feinfraktion, z.B. vor der Deponierung

EINFLUSS ÄUßERER GEGEBENHEITEN AUF DIE ART UND DEN UMFANG DER ANWENDBARKEIT:	
<p><u>Infrastrukturelle Gegebenheiten</u> Anlagen zur Abfallvergärung sollten an Standorten errichtet werden die gut erschlossen sind, einen Zugang zum Stromnetz haben und vorzugsweise in der Nähe der Anfallstellen der jeweiligen Abfälle liegen. Geringere Abstände zur nächsten Wohnbebauung als bei den meisten Behandlungsanlagen für organische Abfälle sind möglich.</p> <p><u>Klimatische Gegebenheiten:</u> keine Einschränkungen, allerdings sind in kalten Klimaten die Vergärungsreaktoren zu dämmen und zu beheizen (insbesondere bei thermophilen Prozessen). Für Standorte mit extremer Wasserknappheit ist diese Technologie <u>nicht</u> empfehlenswert!</p>	
TECHNISCHE DETAILS	
ALLGEMEINER ÜBERBLICK	
KURZ-BESCHREIBUNG	In Abwesenheit von Sauerstoff werden bei der anaeroben Vergärung organische Abfallbestandteile durch Bakterien über verschiedene Stufen zu Methan, Kohlendioxid und Wasser abgebaut. Grundsätzliche Ziele sind die Verringerung der biologischen Aktivität, der Menge und des Reaktionspotenzials der Abfälle und die Erzeugung von Biogas zur Nutzung als Energiequelle.
GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN	<ul style="list-style-type: none"> - ausgewogenes Nährstoffverhältnis der Abfälle zur Optimierung der Methanproduktion - hoher Feuchtegehalt - Abwesenheit von Prozess und Prozessmilieu beeinträchtigenden Stoffen
ZU ERWARTENDE ERGEBNISSE	<ul style="list-style-type: none"> - Biogas zur Energieerzeugung <p><u>Bei der Bioabfallvergärung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rückstände, welche eine weitere Behandlung erfordern, im Normalfall durch Kompostierung mit Erzeugung eines marktfähigen Endproduktes zur Nutzung in der Landwirtschaft (50–300 kg TS/Mg Input) <p><u>Bei anaerober Restabfall- oder Klärschlammbehandlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Eine gegenüber dem Input stark reduzierte Restmenge mit deutlich verminderter biologischen Aktivität die nach weiterer Nachbehandlung (Nachrotte) ablagerungsfähig ist <p><u>Bei anaerober Abwasserbehandlung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - geringe Mengen an Überschussschlamm, welcher entwässert als Flüssigdünger genutzt werden kann oder in einer Abwasserbehandlungsanlage zu behandeln ist (100–600 l/Mg Input)
BESONDERE VORTEILE	<ul style="list-style-type: none"> - Sowohl trockene als auch feuchte organische Abfälle können behandelt werden. - Das erzeugte Biogas kann zur Strom- und Wärmeerzeugung und entsprechend für den Eigenenergiebedarf bzw. zur Generierung von Erlösen genutzt werden. - Teils können die fermentierten Substrate in flüssiger oder fester Form verwertet werden. - Anlagen haben einen relativ geringen Platzbedarf. - Das Emissionspotenzial der Abfälle wie auch die Abfallmengen, welche zur Deponie bzw. Verbrennung gelangen verringern sich und somit auch die Emissionen dieser Anlagen.
SPEZIFISCHE NACHTEILE	<ul style="list-style-type: none"> - Die Technologie ist komplex, die Bau- und Betriebskosten differieren stark und können abhängig von der Art der Anlage sehr hoch sein. - Es kann ein zusätzlicher Wasserbedarf entstehen. - Lignin und Zellulose können nicht abgebaut werden, was die Wirksamkeit des Verfahrens z.B. bei holziger Ausgangsmasse einschränkt. - Der Vergärungsprozess ist anfällig und bedarf ständiger Kontrolle, das heißt ein effizienter Anlagenbetrieb erfordert entsprechendes Know-how des Personals bzw. der Betreiber, auf Änderungen im biologischen Prozess muss zügig reagiert werden können damit dieser nicht zusammenbricht.

- Insbesondere die Nachbehandlung, Lagerung und Verwertung der Gärreste können Quellen für erhebliche Emissionen beispielsweise an Methan, Ammoniak und Geruchsstoffen sein.

ANWENDUNGSDETAILS

TECHNISCHE UMSETZUNG

Die wesentlichen Stellgrößen des Prozesses sind die Art des Kontaktes des Abfalls mit den Mikroorganismen, die Zusammensetzung und der Feuchtegehalt des Inputmaterials (flüssig, pastös, fest) sowie die Art/der Grad der Umwälzung. Die anaerobe Behandlung besteht allgemein aus folgenden Schritten:

- **Vorbehandlung**

Allgemein lässt sich getrennt erfasster organischer Abfall leichter handhaben als Abfallgemische. Allerdings ist selbst bei getrennt erfasstem Abfall normalerweise eine Abtrennung von unerwünschten Fremdstoffen (Kunststoffe, Metalle, Grobgut) erforderlich. Die Abtrennung kann unter nassen und trockenen Bedingungen durchgeführt werden. Anschließend wird durch eine Zerkleinerung das Material homogenisiert, was die Fermentation und die Betriebsführung verbessert. Für die Abtrennung und Zerkleinerung kommen die, z.B. auch bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (siehe auch Datenblatt „Mechanisch-biologische Abfallbehandlung“) üblichen Techniken und Aggregate zur Anwendung.

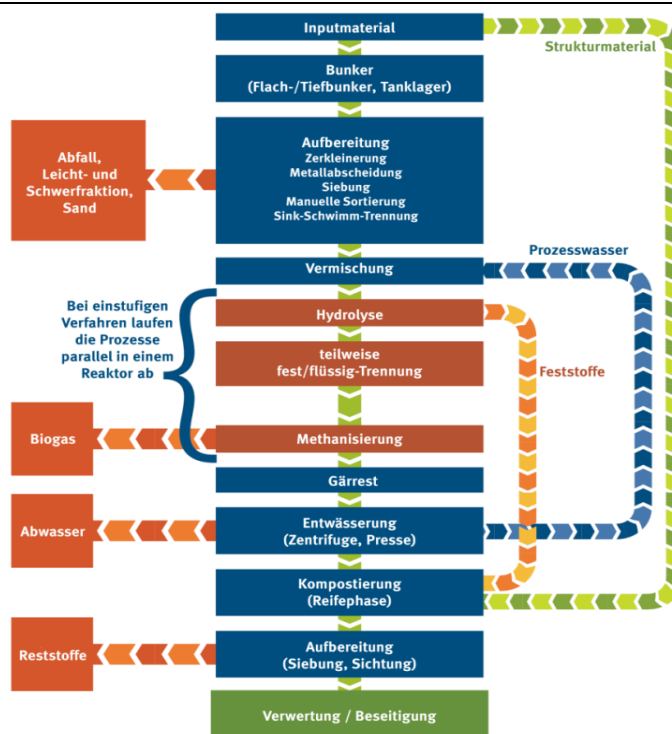
- **Vergärung**

Es gibt verschiedene Techniken zur effektiven Vergärung. Bedeutende Unterschiede gibt es bei der Betriebstemperatur und dem Anteil an Trockensubstanz im Ausgangsmaterial.

- thermophile Anlagen arbeiten im Bereich um 55°C (50–65°C),
- mesophile Anlagen um 35°C (20–45°C)
- der Trockensubstanzgehalt der Trockenvergärung liegt bei ca. 20–40 %,
- Nassvergärungsanlagen arbeiten bei einem Gehalt zwischen 5–20 % Trockensubstanz

Allgemein gilt, je höher die Temperatur, umso schneller läuft der Prozess ab. Thermophile Prozesse sind jedoch schwerer zu kontrollieren und benötigen einen höheren Energieinput (Eigenverbrauch an Biogas) zum Aufrechterhalten der erforderlichen Temperatur. Trockene Systeme sind generell einstufige Verfahren. Einstufige Verfahren sind nicht so anfällig für Störungen wie mehrstufige Systeme, jedoch ist die Biogasproduktion geringer. Abbildung 1 zeigt ein prinzipielles Verfahrensfliessbild für ein- und zweistufige Systeme.

Abbildung 1: prinzipielles Verfahrensfliessbild für ein- und zweistufige Vergärungssysteme



FORTSETZUNG
TECHNISCHE
UMSETZUNG

Nachfolgend werden die Spezifika verschiedener Prozessvarianten kurz dargestellt:

- Einstufige Nassverfahren

Feste Abfälle werden mit Prozesswasser angemaischt (Suspension mit einem TS-Gehalt bis ca. 15 %) und in den Vergärungsreaktor eingespeist. Der Prozess ist für organikreiche Siedlungsabfallfraktionen als ausschließlichem Input geeignet, er bietet sich jedoch genauso für die Mitvergärung wässriger Suspensionen wie tierische Gülle und organische Industrieschlämme z.B. aus der Nahrungsmittelproduktion, an. Durch den hohen Flüssigkeitsanteil in der Suspension ergibt sich eine Schwimm-Sink-Trennung von Leichtstoffen und Schwergut. Die so um Störstoffe abgereicherte Suspension wird in einen einstufigen Reaktor bei mesophilen Bedingungen (37–40°C) aufgegeben. Die Verweilzeit liegt meist bei 15-20 Tagen. Es wird ein Biogas mit einem Methangehalt um 65 % erzeugt. Das Substrat wird gründlich durch Biogaseindüsung oder aber durch Rührwerke gemischt. Der fermentierte Abfall wird ausgetragen, bei 70°C hygienisiert und auf einen Trockensubstanzgehalt von 50 % entwässert. Das Wasser wird intern als Prozesswasser genutzt.

- Mehrstufige Nassverfahren

Der angemaischt Abfall wird durch hydrolisierende und fermentierende Mikroorganismen fermentiert. Diese erzeugen flüchtige Fettsäuren, welche dann in großer Menge zu Biogas umgewandelt werden. Die Hydrolyse und die Methanisierung finden nacheinander in zwei verschiedenen Reaktoren statt. Dieses Prozessschema ist für organikreiche Siedlungsabfallfraktionen und feuchte organische Abfälle aus Großküchen oder der Nahrungsmittelproduktion geeignet. Mehrstufige Verfahren sind anfälliger für Störungen als einstufige Systeme, jedoch ist die Biogasproduktion höher. Eine mögliche Konfiguration für eine Nassvergärung zeigt folgende Abbildung:

Abbildung 2: Verfahrensschema einer mehrstufigen Nassvergärung (Komponentenanordnung nach Linde-KCA)

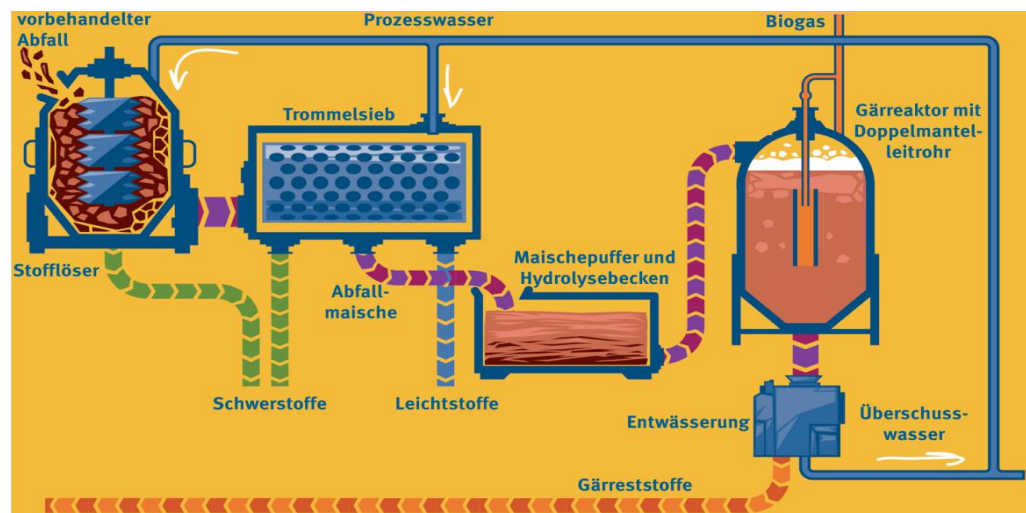


Abbildung 3: Blick auf wesentliche Anlagenkomponenten anaerober Nassvergärungsanlagen in Deutschland (links: Gärbehälter, rechts: Vorbehandlungsstrecke, Bildquellen: Tim Hermann; Intecus)



	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Trockenvergärung</u> Vor der Vergärung wird der Abfall mit internem Prozesswasser oder Schlamm gemischt, um den gewünschten TS-Gehalt von 30–35 % zu erreichen. Die Fermentation kann bei mesophilen oder thermophilen Bedingungen stattfinden. Im Bioabfall enthaltene Störstoffe sollten soweit wie möglich vor dem Vergärungsprozess abgetrennt werden. Eine weitere Abtrennung von Störstoffen kann am Ende des Behandlungsprozesses erfolgen. Die Verweilzeit liegt üblicherweise in einem Bereich von 12–20 Tagen. Der Gärrest wird ausgetragen und auf ca. 50% TS-Gehalt entwässert. Das Wasser wird als internes Prozesswasser genutzt. Der Feststoff wird anschließend aerob nachbehandelt. - <u>Kontinuierliche Trockenverfahren</u> Der Gärreaktor wird kontinuierlich mit zerkleinerten und homogenisierten Material (20–40 % TS) gespeist. Für beide Varianten, gemischte als auch Pfropfenströmung, ist die thermophile Vergärung auf Grund der Wärmebilanz zu favorisieren. - <u>Diskontinuierliche Trockenverfahren (Batch)</u> Beim Batch-Verfahren wird der Abfall mit Inoculum aus einem anderen Reaktor geimpft und anschließend dem Ablauf der natürlichen Vergärung überlassen - <u>Semikontinuierliche Trockenverfahren</u> Das Wesentliche dieser Variante ist, das Prozesswasser zwischen dem etablierten und dem neuen Batchreaktor zu Betriebsbeginn gewechselt wird und Impfstoff und volatiles Materialien aus dem aktiven Reaktor entnommen werden kann. Nach der Vergärung wird der aktive Reaktor aus dem Betrieb entkoppelt und steht als neuer Reaktor zur Verfügung.
<p>STOFFFLUSS UND -MENGEN</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Die anaerobe Vergärung führt zur Bildung von Methan mit einer theoretischen Methanproduktion von 348 Nm³/t CSB. Im Allgemeinen werden bei der anaeroben Vergärung 80–140 Nm³ Biogas je Mg Bioabfall produziert. - Die Zusammensetzung von Biogas ist inputabhängig und bewegt sich im Bereich von: <ul style="list-style-type: none"> 50–75 Vol.-% Methan, 25–45 Vol.-% Kohlendioxid 2–7 Vol.-% Wasser 20–20.000 ppm Schwefelwasserstoff. < 2 Vol.-% Stickstoff < 2 Vol.-% Sauerstoff < 2 Vol.-% Wasserstoff - Die Gesamtmassebilanz kann z.B. wie folgt beschrieben werden²: <ul style="list-style-type: none"> - <u>Input</u>: 100% Bioabfall bestehend aus <ul style="list-style-type: none"> - 65% Wasser, - 23 % organischer Trockensubstanz und - 12 % anorganischer Trockensubstanz - <u>Output</u>: <ul style="list-style-type: none"> - 5 % Störstoffe aus Vor- bzw. Grobbehandlung (Sande, Steine, Folien, etc.) - 11 % Biogas - 29 % Abwasser - 55 % Reste nach der Vergärung / Austrag aus Vergärung
<p>ANWENDUNGS- BEREICH</p>	<ul style="list-style-type: none"> - es existieren Anlagen mit einer Kapazität zwischen ca. 500 und 80.000 Mg/a Anlageninput

² Rosenwinkel, Kroiss, Dichtl, Seyfried, Weiland (Hrsg.): Anaerobtechnik – Abwasser-, Schlamm- und Reststoffbehandlung, Biogasgewinnung (3. Auflage), Springer Verlag, 2015, S. 726

ZUSAMMENHÄNGE U. KOMBINIERBAR- KEIT MIT ANDEREN TECHNIKEN	<p>Üblich sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vergärung wird als biologische Stufe in mechanisch-biologische Restabfallbehandlung integriert (siehe hierfür Datenblatt „<u>Mechanisch-biologische Abfallbehandlung</u>“). - Vergärung erfolgt mit nachgeschalteter Kompostierungsanlage zur Behandlung des aus der Fermentation stammenden Gärrestes. Dieser kann in eine feste und flüssige Fraktion getrennt werden, der flüssige Gärrest kann bei entsprechender Beschaffenheit als Flüssigdünger genutzt, der feste Anteil zu Kompost weiterverarbeitet werden (siehe Datenblatt „<u>Bioabfallkompostierung</u>“). - Vergärung in Kopplung mit einer Abwasserbehandlungsanlage bzw. einem integrierten Abwasseraufbereitungssystem. 																																			
ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DIE ANWENDUNG: RESSOURCENEINSATZ																																				
ENERGIEBILANZ	<p>Die zum Anlagenbetrieb benötigte elektrische Energie und Wärme zur Beheizung der Reaktoren und Gebäude wird i.d.R. durch die Verbrennung von Biogas in einem Biogasmotor (Blockheizkraftwerk) selbst erzeugt und beträgt rund 5% bis ca. 60% der gesamten erzeugten Energie und Wärme (in Abhängigkeit der angewandten Prozesstechnik). Folgende Tabelle zeigt den Eigenstromverbrauch je Tonne Input für die verschiedenen Prozesse:</p> <p>Tabelle 1: Gegenüberstellung von Stromerzeugung und Strombedarf bei verschiedenen Verfahrensvarianten bei der anaeroben Vergärung bezogen auf Fermenter-Input (Quelle: Endbericht zum Förderprojekt 03KB022: <u>Steigerung der Energieeffizienz in der Verwertung biogener Reststoffe</u>)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #333; color: white;"> <th colspan="3">Verfahrensvarianten</th> <th>Stromproduktion (kWh/Mg)</th> <th>Strombedarf (kWh/Mg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="background-color: #eee;">Nass</td> <td rowspan="2" style="background-color: #eee;">1 stufig</td> <td style="background-color: #eee;">mesophil</td> <td style="background-color: #eee;">235</td> <td style="background-color: #eee;">71</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #eee;">thermophil</td> <td style="background-color: #eee;">310</td> <td style="background-color: #eee;">71</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #eee;">2 stufig</td> <td style="background-color: #eee;">mesophil</td> <td style="background-color: #eee;">274</td> <td style="background-color: #eee;">71</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #eee;">thermophil</td> <td style="background-color: #eee;">Keine Angabe</td> <td style="background-color: #eee;">Keine Angabe</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="background-color: #eee;">trocken</td> <td rowspan="2" style="background-color: #eee;">Kontinuierlich</td> <td style="background-color: #eee;">mesophil</td> <td style="background-color: #eee;">241</td> <td style="background-color: #eee;">48</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #eee;">thermophil</td> <td style="background-color: #eee;">271</td> <td style="background-color: #eee;">48</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="background-color: #eee;">diskontinuierlich</td> <td style="background-color: #eee;">mesophil</td> <td style="background-color: #eee;">186</td> <td style="background-color: #eee;">23</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #eee;">thermophil</td> <td style="background-color: #eee;">194</td> <td style="background-color: #eee;">23</td> </tr> </tbody> </table>	Verfahrensvarianten			Stromproduktion (kWh/Mg)	Strombedarf (kWh/Mg)	Nass	1 stufig	mesophil	235	71	thermophil	310	71	2 stufig	mesophil	274	71	thermophil	Keine Angabe	Keine Angabe	trocken	Kontinuierlich	mesophil	241	48	thermophil	271	48	diskontinuierlich	mesophil	186	23	thermophil	194	23
Verfahrensvarianten			Stromproduktion (kWh/Mg)	Strombedarf (kWh/Mg)																																
Nass	1 stufig	mesophil	235	71																																
		thermophil	310	71																																
	2 stufig	mesophil	274	71																																
		thermophil	Keine Angabe	Keine Angabe																																
trocken	Kontinuierlich	mesophil	241	48																																
		thermophil	271	48																																
	diskontinuierlich	mesophil	186	23																																
		thermophil	194	23																																
CO₂-RELEVANZ	<p>Der Prozess selbst ist geschlossen, Emissionen in die Atmosphäre sollten daher nicht auftreten, mit gelegentlichen Ausnahmen bei der Beschickung und Entleerung der Reaktoren. Untersuchungen ermittelten jedoch einen sogenannten Methanschlupf (Methanverluste durch undichte Anlagenteile) von bis zu 5 % des erzeugten Methans.</p> <p>Bedeutende Klimaeffekte bei der anaeroben Vergärung ergeben sich aus der:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermeidung von Methanemissionen durch unvorbehandelt abgelagerte organische Abfälle - Reduzierung von Emissionen über Energiesubstitution und die Verringerung des Bedarfes an fossilen Brennstoffen 																																			
HILFSMITTEL / ZUSATZSTOFFE	<ul style="list-style-type: none"> - Wasser: 50–200l/Mg Abfall - teilweise Zusatzstoffe, u.a. Flockungsmittel wie Eisenchlorid, Mittel gegen Schaumbildung, Mittel zur Regulierung des pH-Wertes. 																																			
PERSONALBEDARF	<ul style="list-style-type: none"> - Je nach Anlagenauslegung und Vergärungstechnik werden mindestens 3 Mitarbeiter benötigt. Qualifiziertes Personal, speziell für die Bereiche der Betriebsleitung und Prozessüberwachung ist erforderlich. 																																			

FLÄCHENBEDARF	Tabelle 2: Flächenbedarf ohne Nachrotteflächen für den Gärrest (Daten: UBA Texte 43/2010: <u>Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz</u>)				
	Anlagengröße	20.000 Mg/a	40.000 Mg/a	Pro Mg/a	
	Nassfermentation	4500–5000 m ²	6000–8000 m ²	0,15–0,25 m ²	
	Kontinuierliche Trockenfermentation	4000–5500 m ²	5000–6000 m ²	0,125–0,275 m ²	
	Diskontinuierliche Trockenfermentation	2500–3000 m ²	5000 m ²	0,125–0,2 m ²	
NACHSORGE-AUFWAND	- Nachsorgeaufwendungen für abgelagerte Reste der Vergärung sind in den Deponiebetrieb zu integrieren. Reststoffe der Vergärung können jedoch in der Regel in der Kompostierung genutzt oder in anderen Verfahren weiterbehandelt werden.				
ORIENTIERUNGSWERTE FÜR DIE ANWENDUNG: KOSTEN					
INVESTITIONS-KOSTEN	Tabelle 3: Investitionsbedarf (Daten: UBA Texte 43/2010: <u>Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz</u>)				
		Trockenfermentation diskontinuierlich	Trockenfermentation kontinuierlich	Nassfermentation	Fermentation Teilstrom
	Investkosten bei 20.000 Mg Input /a	150–310 EUR/Mg	250–480 EUR/Mg	260–490 EUR/Mg	40–100 EUR/Mg
	- Mit sinkender Inputmenge, steigen die spezifischen Kosten aufgrund fix bleibender Kostenpositionen (degressiver Kostenverlauf).				
BETRIEBSKOSTEN	Tabelle 4: Betriebskosten (Daten: UBA Texte 43/2010: <u>Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz</u>)				
		Trockenfermentation diskontinuierlich	Trockenfermentation kontinuierlich	Nassfermentation	Fermentation Teilstrom
	Betriebskosten bei 20.000 t Input/a	15–30 EUR/Mg	18–38 EUR/Mg	20–50 EUR/Mg	5–15 EUR/Mg
	- Mit sinkender Inputmenge, steigen die Kosten aufgrund fix bleibender Kostenpositionen (degressiver Kostenverlauf).				
	- Reparatur und Wartung ca. 4–6 % der Investitionskosten jährlich				
MÖGLICHKEIT VON EINNAHMEN	- Der Energieertragswert liegt bei ca. 20–30 EUR/Mg Bioabfall. Damit können die Betriebskosten teilweise durch den Verkauf von erzeugter Energie und ggf. Kompost gedeckt werden. Bei günstigen Preisen sind Gewinne erzielbar.				
MASSESPEZIF. GESAMTKOSTEN	- keine Angaben				
ANDERE RELEVANTE ASPEKTE					
	Die Co-Fermentation von organischen Abfallsubstraten in den Faultürmen von Abwasserbehandlungsanlagen ist eine Option, welche zunehmend in der Praxis durchgeführt wird (siehe Datenblatt „ <u>Klärschlammbehandlung</u> “).				
SONSTIGE DETAILS					
MARKTÜBERSICHT					
REFERENZANWENDUNGEN	Die Behandlungsmethode findet weltweite Anwendung, neben unzähligen Anlagen zur Monovergärung von landwirtschaftlichen Substraten werden in Deutschland auch viele Anlagen zur Vergärung anderer Abfallstoffe betrieben, deren Zahl stark im Wachsen. Beispielanlagen sind: - Biogasanlage der Bioverwertungsgesellschaft Radeberg mbH www.bvr-radeberg.de				

<p>- Biogas und Kompostwerk Bützberg der Stadtreinigung Hamburg www.stadtreinigung.hamburg/kompostwerk</p> <p>- Biogasanlage Berlin Ruheleben der Stadtreinigung Berlin</p> <p>- Biogas- und Kompostanlage in Gütersloh und Saerbeck</p>	
<p>ANERKANNTE HERSTELLER UND DIENSTLEISTER</p> <p><i>(wichtiger Hinweis: die Aufzählung von Firmen in dieser Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit)</i></p>	<p>Anerkannte Hersteller und Erbauer von Anlagenteilen oder Komplettanlagen zur Vergärung von organischen Abfällen sind z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strabag Umwelthanlagen GmbH, Dresden www.strabag-umwelthanlagen.com - HAASE Energietechnik AG, Neumünster www.haase-energietechnik.de - Schmack Biogas AG, Schwandorf www.schmack-biogas.com - FARMATIC Anlagenbau GmbH, Nortorf www.farmatic.de - Biotechnische Abfallverwertung GmbH & Co KG, München www.bta-technologie.de - BEKON Energy, Unterföhring www.bekon-energy.de
<p>ANMERKUNGEN UND WEITERE REFERENZDOKUMENTE</p>	
<p>Relevante Organisationen und Anlaufstellen für weitere Informationen über die Vergärung von Siedlungsabfällen sind der:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fachverband Biogas e.V. www.biogas.org - Arbeitskreis für die Nutzbarmachung von Siedlungsabfälle www.ans-ev.de - Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e.V. www.asa-ev.de 	