

# Was bringt die Vergärungstechnologie bei der biologischen Abfallbehandlung

Torsten Baumann

1.	Vergärungsverfahren .....	757
2.	Trockenvergärung von Abfällen.....	759
2.1.	Randbedingungen und allgemeine Auswahlkriterien .....	760
2.2.	Standortbezogene Auswahlkriterien und Prozess .....	760
2.3.	Zusätzliche Randbedingungen für die Vergärung von organischen Restabfallfraktionen.....	761
3.	Vergärungstechnologie nach dem neuen EEG.....	762
4.	Fazit.....	762

Die anaerobe Behandlung von organischen Abfällen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die Entsorgungsaufgabe mit der Erzeugung von Energie zu verbinden wird dabei zunehmend akzeptiert. Vergärungsverfahren lagen dabei lange Zeit im wirtschaftlichen Wettbewerb zur Kompostierung von nativ organischen Abfällen. Anaerobe Verfahren sind technisch aufwendiger, haben jedoch gegenüber der Kompostierung deutliche Vorteile. Sie arbeiten bezüglich der CO<sub>2</sub>-Emissionen klimaneutral. Dies unterstützt die Vorgabe der Bundesregierung bis 2020 die treibhausrelevanten Gase gegenüber 1990 um 40 % zu reduzieren, sowie bis 2020 35 % der Stromversorgung durch erneuerbare Energien bereitzustellen. Die Freisetzung von unangenehmen Gerüchen ist in einer Vergärungsanlage deutlich geringer als bei der Kompostierung. Und es wird ein Biogas also Energie ausgekoppelt. Dabei stellen die über acht Millionen Tonnen in Deutschland jährlich getrennt erfassten Bioabfälle eine bedeutende Ressource dar. Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) hat seit 2004 die Etablierung und Weiterentwicklung der Vergärungstechnologie dabei wesentlich geprägt.

In den letzten Jahren ist ein deutlicher Trend zum vermehrten Einsatz der so genannten Trockenvergärungsverfahren zu beobachten.

Diese galten in der Anfangsphase der Nutzung anaerober Technologien als prozesstechnisch und ausrüstungsmäßig schwer beherrschbar. Inzwischen sind die verschiedenen am Markt etablierten Verfahren jedoch so ausgereift, dass der betriebssichere Einsatz gewährleistet ist. Dazu kommt der durch die Erneuerbare-Energien-Förderung ausgelöste Erkenntnissschub zum anaeroben Metabolismus, der zu wesentlich verbesserten Prozessstrategien geführt hat.

## 1. Vergärungsverfahren

### Unterscheidungsmerkmale für Biogasanlagen

Biogasanlagen werden unterschieden nach der Prozesstemperatur, dem TS-Gehalt (Trocken-substanz), der Anzahl der Behandlungsstufen sowie nach der Art der Beschickung.

Ein anaerober Abbau der organischen Substanz ist unter mesophilen wie auch unter thermophilen Bedingungen möglich.

Die Unterteilung in Trocken- und Nassvergärung ist nicht genau definiert. Anlagen mit einem TS-Gehalt < 10 % werden in der Regel als Nassverfahren und Anlagen mit einem TS-Gehalt > 10 % und bis zu etwa 40 % werden als Trockenverfahren bezeichnet. Da die Mikroorganismen ihre Nährstoffe nur in gelöster Form also in einer wässrigen Phase aufnehmen können, ist aus Sicht der Biologie diese Unterteilung natürlich nicht korrekt.

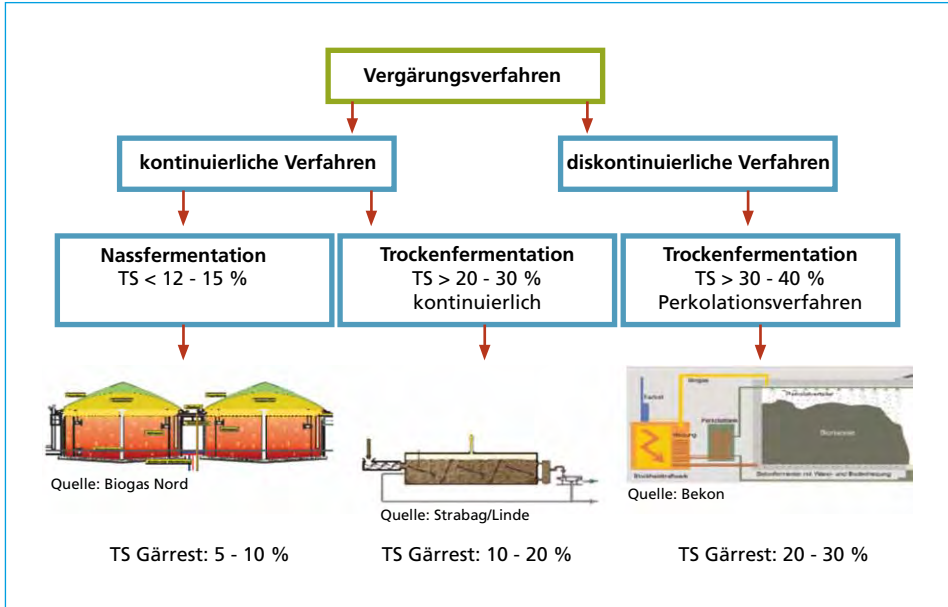


Bild 1: Unterscheidungsmerkmale für Biogasanlagen

Quelle: Umweltbundesamt

### Merkmale der Nassvergärung

- Materialaufbereitung mit Schwimm-Sink-Trennung (Störstoff-Abscheidung über Pulper oder gleichwertige Verfahren),
- i.d.R. mesophil (d.h. zusätzliche Hygienisierung ist erforderlich),
- geringe Verweilzeiten,
- größere Reaktorvolumina durch größeren Prozesswasserbedarf zur Einstellung der beherrschbaren Reaktor-TS,
- bei der Verarbeitung von Bioabfall sind spezielle Einrichtungen zur Verhinderung von Schwimmschichten und zur Reduzierung der Sedimentationsbildung unbedingt erforderlich,
- Probleme bei strukturhaltigen Materialien (z.B. höhere Grünschnittanteile),
- Aufbereitung und Fermenterbetrieb müssen stringent auf die Substrate abgestimmt werden.

### Merkmale der Trockenvergärung

- mechanische Materialaufbereitung mit i.d.R. nur Grobstoffabscheidung, da relativ unempfindlich gegenüber Störstoffen,
- bei den kontinuierlich arbeiteten Verfahren Korngrößenspektrum um etwa 60 mm,
- i.d.R. thermophil (d.h. zusätzliche Hygienisierung ist nicht erforderlich),
- geringerer Wärme- und Strombedarf im Fermenter aufgrund des relativ geringeren Wassergehaltes,
- kleinere Reaktorvolumina durch geringeren Prozesswasserbedarf,
- hohe oTS – Raumbelastung (etwa bis 12 kg oTS) im Vergleich zu durchmischten Verfahren,
- keine Probleme bei strukturhaltigen Materialien (z.B. höhere Grünschnittanteile),
- beherrschbare Möglichkeit organikreiche Restmüllfraktionen zu vergären.

Für die Vergärung von Bioabfällen haben sich einstufige Verfahren, die so genannten *Trockenverfahren* mehrheitlich durchgesetzt.

Die am meisten am Markt angebotenen Verfahren gelten als sehr sicher und in der Praxis bewährt.

Bei den kontinuierlichen Verfahren ergeben sich hinsichtlich der Gasausbeute, die im Wesentlichen von der Abfallzusammensetzung bestimmt wird, nur geringfügige Unterschiede.

Die kontinuierlichen Verfahren unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Gasausbeute deutlich von den Batch-Verfahren (Boxenfermenter). Der Gasertrag der kontinuierlichen Verfahren liegt hier im Vergleich etwa 18 bis 35 % höher.

## 2. Trockenvergärung von Abfällen

Hier geht es mehrheitlich um getrennt erfassten Bioabfall, Speisereste und aufbereiteten Grünschnitt. Es können strukturarme (Küchen-, Kantinenabfälle) sowie sehr strukturreiche Materialien verarbeitet werden. Ebenso kann man die maschinell abgetrennte organische Fraktion aus Haus- und Gewerbeabfall anaerob behandeln. Die Inputstoffe werden für die Vergärungstechnologie entsprechend aufbereitet. Störstoffe werden entfernt und die Körnung wird in der Regel auf etwa < 60 mm eingestellt. Auf die Darstellung des eigentlichen Vergärungsprozesses mit seinen Phasen wird hier verzichtet.



Bild 2: Bioabfall und Grünschnitt



Bild 3: Speiseabfälle (aus Küchen, Kantinen und Gewerbe)



Bild 4:

Organische Restabfallfraktion

## 2.1. Randbedingungen und allgemeine Auswahlkriterien

Als wesentliche Randbedingungen sind zu beachten:

- Klärung der Jahresmenge,
- Jahresganglinie zum Abfallaufkommen,
- Dimensionierung auf die Spitzenlast (Sommermonate),
- Bestimmung der Abfallzusammensetzung, insbesondere Trockensubstanz (TS), organische Trockensubstanz (oTS) und die davon für die Gasbildung verfügbare oTS im Mittel.

## 2.2. Standortbezogene Auswahlkriterien und Prozess

Zum Standort und zum Prozess sind verschiedene Fragen zu klären.

Fragen zum Standort:

- Abstand zur Wohnbebauung,
- Bauform Fermenter/Bauhöhe,
- Anschlüsse Strom, Wasser, Abwasser,
- Möglichkeit der Gaseinspeisung/Betriebsdruck des Netzes,
- wenn Stromerzeugung auf der Anlage, dann Wärmenutzung unbedingt einplanen,
- Gärrestbehandlung und Verwertung.

Fragen zum Prozess:

- Prozesstemperatur/thermophil oder mesophil,
- direkte Hygienisierung im Fermenter oder in der anschließenden Kompostierung,
- Frischwasserbedarf,
- Konsistenz des Gärrestes/Entwässerung,
- Verbleib/Behandlung des Presswassers.

Die optimale Funktion der Vergärung hängt von verschiedenen Rahmenbedingungen ab:

- Die am anaeroben Abbau beteiligten Bakterien sollen in einem ausgewogenen Verhältnis existent sein. Dieser Zustand kann durch eine ausreichend lange Einfahrphase des Verfahrens erreicht werden.

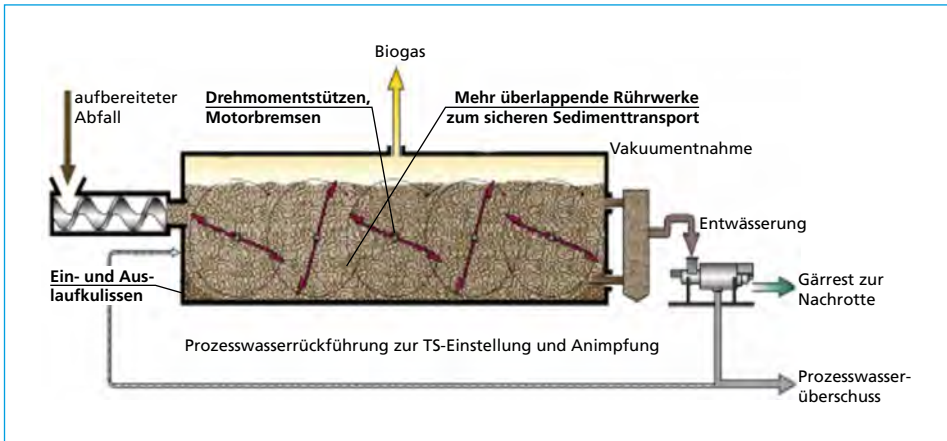


Bild 5: Schematische Darstellung des LARAN-Reaktors zur Trockenvergärung

- Plötzliche extreme Änderungen des Inputs können das Gleichgewicht im Prozess stören. Zum Beispiel führt eine übermäßige Anreicherung von organischen Säuren zu einer Absenkung des pH-Wertes. Kommt der pH-Wert des Fermenters in einen Bereich von etwa 6,5 wird die Aktivität der Methanbakterien zunehmend gehemmt.
- Je gleichmäßiger das Temperaturniveau gehalten werden kann, umso besser gestaltet sich die Anpassung der Mikroorganismen.
- Die Grundlage für Steuerung, Prozessstabilität und optimale Gaserträge einer Biogasanlage ist die regelmäßige Biogasanalytik und Prozessanalyse des Betriebszustandes sowie die Durchführung biogasspezifischer Tests.
- Die Raumbelastung (in kg oTS pro m<sup>3</sup> Faulraum pro Tag) einer Biogasanlage bezeichnet die Menge an täglich zugeführter organischer Trockenmasse (analytisch als Glühverlust bestimmt) bezogen auf den Gärraum und ist damit ein Maß für die spezifische Verarbeitungskapazität des Fermenters.

### 2.3. Zusätzliche Randbedingungen für die Vergärung von organischen Restabfallfraktionen

Für die Vergärung von organischen Restabfallfraktionen sind zusätzliche Randbedingungen zu beachten:

- Abfallzusammensetzung; dabei zusätzlich in aufgeteilt in Abfallfraktionen; Korngrößenklassen,
- Ableitung von (mechanischen) Vorbehandlungsstufen (Zerkleinern, Sieben, Sichten, Abscheiden usw.) vor der Vergärung,
- angepasste Fermentergestaltung,
- angepasster Fermenterbetrieb (z.B. Vermeidung von Schwimm- und Sedimentschichten),
- Nachbehandlung der Gärreste entsprechend des gewählten Verbleibs (Deponie, thermische Verwertung, stoffliche Verwertung).

### 3. Vergärungstechnologie nach dem neuen EEG

Am 30. Juni 2011 hat der Deutsche Bundestag das Gesetz zur Neuregelung des Rechtsrahmens für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien beschlossen, mit dem das alte EEG grundlegend überarbeitet wurde. Diese Novelle tritt ab dem 01.01.2012 in Kraft.

Die Entgeltregelung sowie die Rahmenbedingungen sind wichtige Elemente bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Gegenüber den Aufwendungen für Investition und Betrieb gibt es Erlöse aus dem Energieverkauf sowie der Verarbeitung (Verwertung) der Abfälle. Dabei werden in der Regel keine Erlöse aus der Abgabe von Kompost und Flüssigdünger betrachtet.

### 4. Fazit

Organische Abfälle sind zukünftig zu schade zum Kompostieren.

Vergärungstechnologie ermöglicht es, Abfälle wirtschaftlich zu verwerten und umweltfreundliche Energie zu erzeugen.

Die Stoffkreisläufe (Erzeugung von Kompost, Dünger (fest und oder flüssig)) können geschlossen werden.

Organische Restabfallfraktionen können durch Vergärung innerhalb eines Konzeptes zur (mechanisch-biologischen oder thermischen) Abfallbehandlung deponiefähig vorbehandelt werden, wobei die Nutzung des erzeugten Biogases als Vorteil hinzukommt.