

Michael Kern

Die Verwertung von Bioabfällen in Hessen Stand und Perspektiven

Die Getrenntsammlung und Kompostierung von Bioabfällen hat sich in Hessen mittlerweile auf hohem Niveau stabilisiert. Aktuell stellt sich die Frage, ob die biologische Abfallbehandlung mit dem Ziel der Bioenergiegewinnung weiterentwickelt werden sollte. Hierzu hat das Witzenhausen-Institut im Auftrag des Hessischen Umweltministeriums den Stand und die Perspektiven der Verwertung von Bio- und Grünabfällen in Hessen untersucht.

1. Hintergrund

Die aktuelle Diskussion über den Klimawandel und die noch verfügbaren fossilen Brennstoffressourcen greift verstärkt in unser Alltagsgeschehen ein. Die prognostizierten Vorräte fossiler Ressourcen geben Anlass zur Sorge über die Nachhaltigkeit unseres Wirtschaftens. Demnach beträgt die Reichweite für Öl noch 30 bis 40 Jahre, für Gas ca. 70 Jahre, für Kohle 200 bis 300 Jahre und für Uran 60 Jahre. Hierbei ist der steigende Energieverbrauch durch Schwellen- und Entwicklungsländer nicht berücksichtigt [1].

Bezogen auf den Endenergieverbrauch betrug der Anteil erneuerbarer Energien im Jahr 2006 in Deutschland 8,0 % [7]. Interessant ist hierbei der Biomasseanteil von mehr als 70 % am Energiemix der erneuerbaren Energien.

Im Bundesland Hessen sollen bis 2015 15 % des Endenergieverbrauchs an Strom und Wärme aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden. In diesem ambitionierten Gesamtkonzept soll die Biomasse aus Reststoffen und sollen insbesondere Bio- und Grünabfälle einen wichtigen Anteil einnehmen.

Hessen war das erste Bundesland, in dem nach den erfolgreichen Biotonnen-Pilotprojekten in Witzenhausen und Aßlar im Jahr 1990 die Bioabfallkompostierung landesweit eingeführt wurde. Mittlerweile hat sich die Kompostierung in Hessen auf einem hohen Niveau stabilisiert, sodass nun Fragen der Weiterentwicklung der biologischen Abfallbehandlung mit dem Ziel der zusätzlichen Bioenergiegewinnung anstehen.

Vor diesem Hintergrund wurde das Witzenhausen-Institut vom Hessischen Umweltministerium beauftragt, den Stand und die Perspektiven der Verwertung von Bio- und Grünabfällen für Hessen aufzuzeigen und Optimierungspotenziale zu analysieren.

2. Die biologische Abfallbehandlung in Hessen

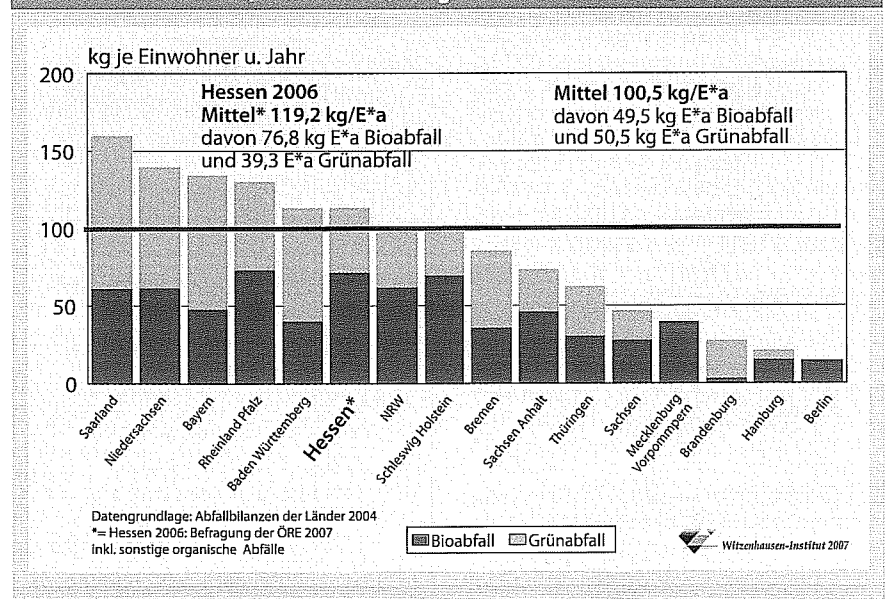
2.1. Getrennt erfasste Bio- und Grünabfallmengen

Die Getrenntsammlung von Bio- und Grünabfällen ist bei der Mehrzahl der kreisfreien Städte und Landkreise in Hes-

sen seit langem etabliert. Im Jahre 2007 war bei 22 von 29 Landkreisen und kreisfreien Städten ein flächendeckendes Angebot der Bioabfallsammlung vorhanden. Somit hatten ca. 78 % der Einwohner Hessens direkten Zugriff auf eine Biotonne. Vier weitere öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (öRE) haben die Biotonne in Teilgebieten eingeführt.

Im Bezugsjahr 2006 wurden in Hessen 725.986 Mg Bio- und Grünabfälle erfasst und einer Verwertung zugeführt. Hiervon waren 467.679 Mg Bioabfälle (64,4 %) und 239.210 Mg Grünabfälle. Je Einwohner wurden somit 77 kg Bioabfälle, 39,3 kg Grünabfälle sowie ca. 3 kg sonstige organische Abfälle gesammelt (Bild 1). Damit

Bild 1 | Vergleich des spezifischen Bio- und Grünabfallaufkommens in den Bundesländern 2004 (Hessen 2006) in kg/Ew*a



lagen die Sammelergebnisse in Hessen ca. 20 % über dem deutschen Mittelwert von Ein Blick auf die hessischen Abfallbilanzen für den Zeitraum 1991 bis 2006 verdeutlicht, dass sich die Erfassung der Bio- und Grünabfälle auf einen stabilen Wert von ca. 725.000 Mg pro Jahr eingependelt hat (Bild 2). Dies entspricht für 2006 einem spezifischen Wert von 119 kg je Einwohner und Jahr.

In Hessen liegen die Behandlungskosten nach Angaben der öRE zwischen 30 €/Mg und über 100 €/Mg Bioabfall. Bei zwei Dritteln (19 öRE) sind die Kosten höher als 60 €/Mg, bei einem Viertel (7 öRE) sogar über 90 €/Mg. Das Kostenniveau der Bioabfallbehandlung ist für Hessen mit einem Mittelwert von 70 – 80 €/Mg im bundesdeutschen Vergleich als hoch einzuordnen. Eine Begründung dafür ist sicherlich in der großen Anzahl an technologisch aufwändigen Behandlungsanlagen in Hessen sowie in der stark dezentral geprägten Struktur der Anlagen mit vergleichsweise geringen Durchsätzen zu suchen.

Für die Grünabfallkompostierung liegen die mittleren Kosten mit 40 und 50 €/Mg ebenfalls vergleichsweise hoch.

2.2. Bio- und Grünabfälle im Hausmüll

Im Mittel beträgt der Anteil der im Hausmüll enthaltenen Bio- und Grünabfälle ca. 40 Gew.-%. Menge und Zusammensetzung sind dabei abhängig von der Jahreszeit sowie von den Maßnahmen, die zur separaten Erfassung der Bio- und Grünabfälle getroffen werden (Biotonne, Grün-

abfallsammelplätze, saisonale Grünschnittabfuhr) und wie diese von den Bürgern angenommen werden.

Etwa ein Drittel der im Hausmüll enthaltenen Bio- und Grünabfälle sind Gartenabfälle; von diesen sind wiederum etwa drei Viertel krautig (Unkraut, Laub, Rasenschnitt, Fallobst) und etwa ein Viertel holzig (Strauchschnitt). Zwei Drittel der im Hausmüll enthaltenen Bio- und Grünabfälle sind Küchenabfälle und Speisereste (Obst- und Gemüseschalen, überlagerte und verdorbene Lebensmittel, gekochte und fleischhaltige Speisereste, Brot und Gebäck, Molkereiprodukte).

Bezogen auf die Korngrößenzusammensetzung finden sich 60 % der Bio- und Grünabfälle in der Grobmüllfraktion > 40 mm (Strauchschnitt, Fallobst, verdorbene Lebensmittel, Speisereste, Backwaren) und 40 % in der Mittel- und Feinmüllfraktion < 40 mm (Nadeln, Blätter, Rasenschnitt, Obst- und Gemüseschalen, Kaffeesatz).

Das Hausmüllaufkommen (Restabfall) in Hessen beläuft sich auf ca. 1,11 Mio. Mg/a. Der Anteil der darin enthaltenen Bio- und Grünabfälle beträgt im Mittel 40 Gew.-%, d. h. im Hausmüll ist noch ein theoretisches Bioabfallpotenzial von 444.000 Mg/a enthalten.

Unterstellt man, dass hiervon ca. 30 % durch verschiedene Maßnahmen abschöpfbar sind, könnten zusätzlich ca. 133.000 Mg/a Bio- und Grünabfälle aus dem Hausmüll erfasst werden. Die erfassbare Bio- und Grünabfallmenge könnte somit um ca. 18 % gesteigert werden.

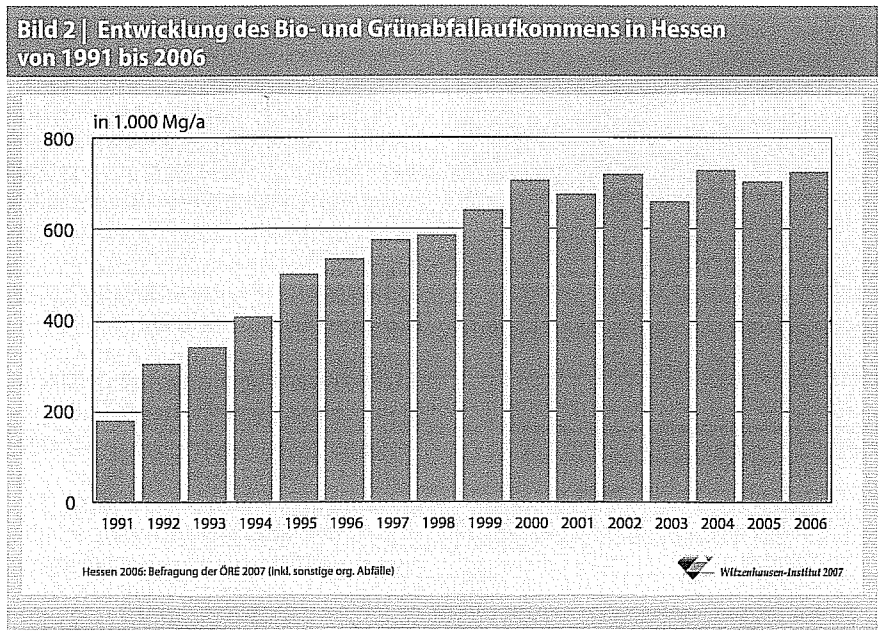
2.3. Kompostierungsanlagen in Hessen

Gegenwärtig werden in Hessen 50 Anlagen zur Behandlung von Bio- und Grünabfällen betrieben. Damit stellt die Kompostierung den Hauptentsorgungsweg für Bio- und Grünabfälle dar. Davon sind 27 Anlagen Bioabfallkompostierungsanlagen und 23 Anlagen verarbeiten ausschließlich Grünabfälle. Kleinanlagen mit

Tab. 1 | Alter und Kapazitäten von Kompostanlagen (KOA) in Hessen 1993 bis 2007

Alter der Anlagen	Anzahl Anlagen	Mittelwert Alter d. Anlagen in J.	genehmigte Kapazität in Mg	Anteil an genehmigter Gesamtkapazität in Hessen in %
bis 1993	18	16,4	134.634	26
1993 – 1996	18	12,8	274.700	54
1997 – 2001	6	8,6	77.449	15
2002 – 2007	–	–	–	–

Angaben von 41 der 50 KOA (9 Anlagen keine Angabe = 5 % der Gesamtkapazität)



weniger als 500 Mg Jahresdurchsatz blieben unberücksichtigt.

Annähernd 70 % der erfassten Bio- und Grünabfälle werden in hessischen Anlagen behandelt. Über 80 % der Kompostierungsanlagen sind 10 Jahre alt und älter, wobei in den Jahren 1993 bis 1996 die meisten Anlagen gebaut wurden (Tabelle 1).

Bei den Baumustertypen der Bioabfallkompostierungsanlagen handelt es sich bei 13 Anlagen um Mietenkompostierungsanlagen, bei 12 um Boxenkompostierungsanlagen (Herhofboxen und Biodegmaboxen) sowie zwei Tunnel/Zeilenrotten. Bei 17 der 26 Anlagen ist der Intensivrottebereich gekapselt. Die Nachrotte wird bei 20 von 26 Anlagen offen oder überdacht ausgeführt.

2.4. Vermarktung der Komposte

Im Jahr 2006 wurden von ca. 480.000 Mg in Hessen kompostierten Bio- und Grün-

abfällen knapp 210.000 Mg Kompost erzeugt. Davon waren ca. 171.000 Mg Bioabfallkompost und 36.000 Mg Grünabfallkompost. Über zwei Drittel hiervon wurden in der Landwirtschaft verwertet (143.000 Mg Kompost). Bei den Bioabfallkomposten war der landwirtschaftliche Anteil mit 75 % deutlich höher als der Grünabfallkompost (44 %). In der Regel erfolgt die Verwertung in der Landwirtschaft gegen Zuzahlung.

Im privaten Bereich wurden ca. 20.000 Mg abgesetzt (ca. 9 % der Bioabfallkomposte bzw. 16 % der Grünabfallkomposte). Annähernd 19 % der Grünabfallkomposte (6.700 Mg) wurden in Erdenwerken

veredelt (Torfersatz). Hingegen werden lediglich 4.000 Mg (2 % der Bioabfallkomposte) in Erdenwerken weiterverarbeitet.

2.5. Biogasanlagen in Hessen für die Vergärung von Reststoffen

Von den ca. 70 in Hessen betriebenen Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 22 MW_{el} werden 12 Anlagen mit Reststoffen betrieben (4,4 MW_{el}). In diesen Anlagen, die in der Regel auf landwirtschaftlichen Betrieben angesiedelt sind, werden neben landwirtschaftlichen Reststoffen und Gülle überwiegend Speisereste und andere biogene Abfälle

(Schlachtabfälle, Fettabscheider, Backabfälle, etc.) vergoren.

Lediglich eine der 12 Anlagen verarbeitet Bioabfälle. Diese Anlage in Frankfurt ist in eine Kompostanlage integriert und vergärt ca. die Hälfte der 30.000 Mg Bioabfälle und ist seit 1999 in Betrieb.

Vier Vergärungsanlagen für Reststoffe waren zum Zeitpunkt der Recherche (11/2007) im Bau. Im Einzelnen sind dies:

Vergärungsanlage Niddatal-Ilbenstadt (0,65 MW_{el}) im Wetteraukreis

- Integration in das vorhandene Bioabfallkompostwerk (Teilstromvergärung 18.500 Mg/a)
- Inbetriebnahme Dezember 2007
- Input: Bioabfall

Biogaskraftwerk Flörsheim Wicker (1,4 MW_{el}) im Main-Taunus-Kreis

- Geplanter Input: 45.000 Mg/a Bioabfall
- Standort auf der Deponie Flörsheim-Wicker
- Inbetriebnahme Frühjahr 2008

Vergärungsanlage im Industriepark Höchst (3,6 MW_{el})

- Die Anlage wurde im Juli 2007 mechanisch fertig gestellt.
- Input: 310.000 Mg/a Klärschlamm mit 90.000 Mg/a Reststoffen

Vergärungsanlage Bürstadt (1,15 MW_{el}) Kreis Bergstraße

- Geplanter Input: 18.000 Mg/a Speisereste und überlagerte Lebensmittel sowie 1.500 t Inhalte von Fettabscheidern

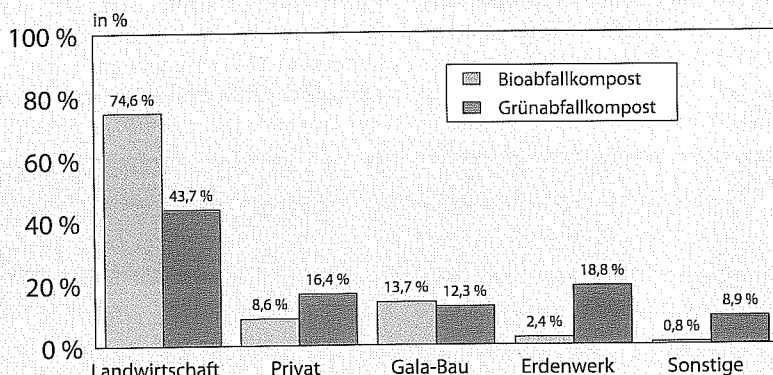
Zwei weitere Biogasanlagen für die Vergärung von Speiseresten und überlagerten Lebensmitteln sind geplant. Eine davon ist am Standort Bebra (18.000 Mg/a) bereits genehmigt und eine im Landkreis Limburg-Weilburg (20.000 Mg/a bzw. optional zusätzlich 6.000 Mg Bioabfall) geplant.

3. Energetische Verwertung von Bio- und Grünabfällen

3.1. Energieerzeugung aus Grünabfällen

Verschiedene Untersuchungen und praktische Versuche zeigen, dass die energetische Verwertung eines Teils der getrennt gesammelten Grünabfälle (insbesondere Baum- und Strauchschnitt) aus ökologischen und ökonomischen Gründen sinnvoll ist. So kann aus Grünabfällen durch einfache Aufbereitungsschritte ein Holz-

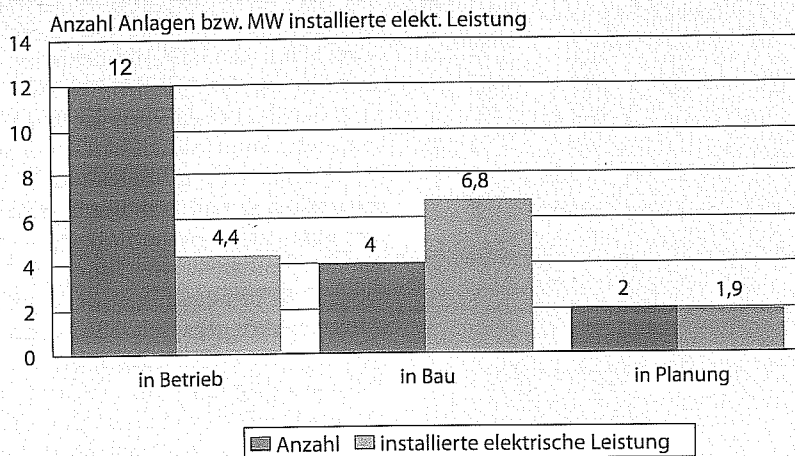
Bild 3 | Kompostvermarktung der Bio-/Grünabfall-Komposte in Hessen 2006



Datengrundlage: Angaben von 43 von 50 Bio-/Grünabfall-Kompostierungsanlagen auf gesamt Komposterzeugung hochgerechnet

Witzenhausen-Institut 2007

Bild 4 | Anzahl und installierte elektrische Leistung (MW_{el}) von Biogasanlagen in Hessen, die u. a. Reststoffe behandeln



brennstoff erzeugt werden, der in robusten Anlagen verwertet werden kann (z. B. geeignete Heizwerke, ORC-Kraftwerke), die nur geringe Anforderungen hinsichtlich Stückigkeit und Feuchte stellen. Die erforderlichen Aufbereitungsaggregate für Grünabfälle stehen üblicherweise in Kompostierungsanlagen zur Verfügung, sodass der zusätzliche Investitionsaufwand überschaubar bleibt. Geringeren Aufbereitungskosten stehen jedoch erhöhte Investitionen beim Brennstoffnutzer für die Feuerungsanlage gegenüber.

Vorrangig ist die Nutzung besonders geeigneter Fraktionen an Standorten mit kurzen Verwertungswegen zu prüfen. Hier ist besonders der im Winterhalbjahr anfallende holzreiche Grünabfall interessant. Aus diesem Material kann der energiereiche Anteil vergleichsweise einfach ausgeschleust werden.

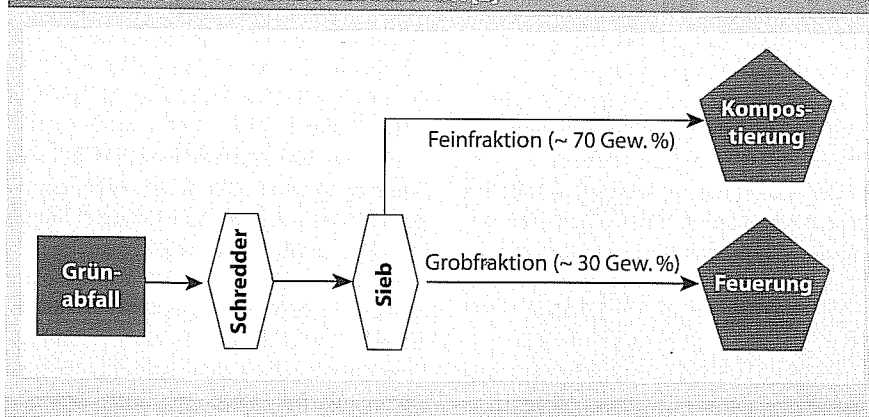
Zur Aufbereitung von Grünabfall ist zunächst eine Materialzerkleinerung erforderlich, wobei anders als bei der Aufbereitung für die Kompostierung grobes Schredder- oder Hackgut erzeugt werden soll. Anschließend wird i. d. R. das Grobmaterial mittels eines Trommel- oder Sternsiefs abgetrennt. Auf diese Weise lassen sich mit in der Regel vorhandenen Maschinen preislich interessante Brennstoffe gewinnen. Wegen des geringen Verunreinigungsgrads von Grünabfällen kann auf eine Störstoffentfrachtung des Materials in der Regel verzichtet werden. Der Energieaufwand für die Aufbereitung des Grünguts zu einem verwertbaren Brennstoff und für Transporte ist gering.

Untersuchungen des Witzenhausen-Instituts haben gezeigt, dass bis zu 30 Gew.-% des Grünabfallaufkommens sinnvoll als Brennstoff ausgeschleust werden können (Bild 5 und Bild 6). Die verbleibende Fraktion, i. d. R. < 40 mm, steht als Strukturmaterial für die Kompostierung zur Verfügung oder kann ggf. der Vergärung zugeführt werden. Sie kann durch entsprechende Wahl des Siebschnitts auch größerem spezifischen Bedarf an Strukturmaterial angepasst werden [3, 4, 5].

In der Praxis wird eine derartige Ausschleusung holzigen Materials als Brennstoff bereits an einer Reihe von Standorten in Hessen durchgeführt. Dabei wird derzeit ein Preis von etwa 15 bis 25 €/Mg (frei Anlage) für den Brennstoff erzielt.

Häufig wird das aufbereitete Grüngut in einem Mix mit anderen (Wald)hölzern genutzt. In dafür ausgelegten Heiz(kraft)werken kann das Material aus dem Baum-

Bild 5 | Aufbereitungsschritte für die Ausschleusung von energetisch nutzbaren Teilströmen aus Baum- und Strauchschnitt [2]



und Strauchschnitt 50 % bis 70 % des Brennstoffs ausmachen. Werden außer dem aufbereiteten Grüngut nur Waldhölzer und keine Resthölzer eingesetzt, so wird der Strom nach dem EEG derzeit noch zusätzlich mit dem NawaRo-Bonus vergütet.

Unter der Annahme, dass 50 % der Wärme genutzt werden, würden nach dem gegenwärtigen EEG unter Berücksichtigung sämtlicher Boni eine Stromvergütung von ca. 190 €/MWhel bzw. ca. 100 € je Mg aufbereiteten Grünabfall sowie gleichzeitig für die Wärme Einnahmen von 30 bis 40 € je Mg erzielt.

3.2. Energieerzeugung aus Bioabfällen durch Vergärung
Im Gegensatz zur Kompostierung mit hohen Luftwechselraten findet die Ver-

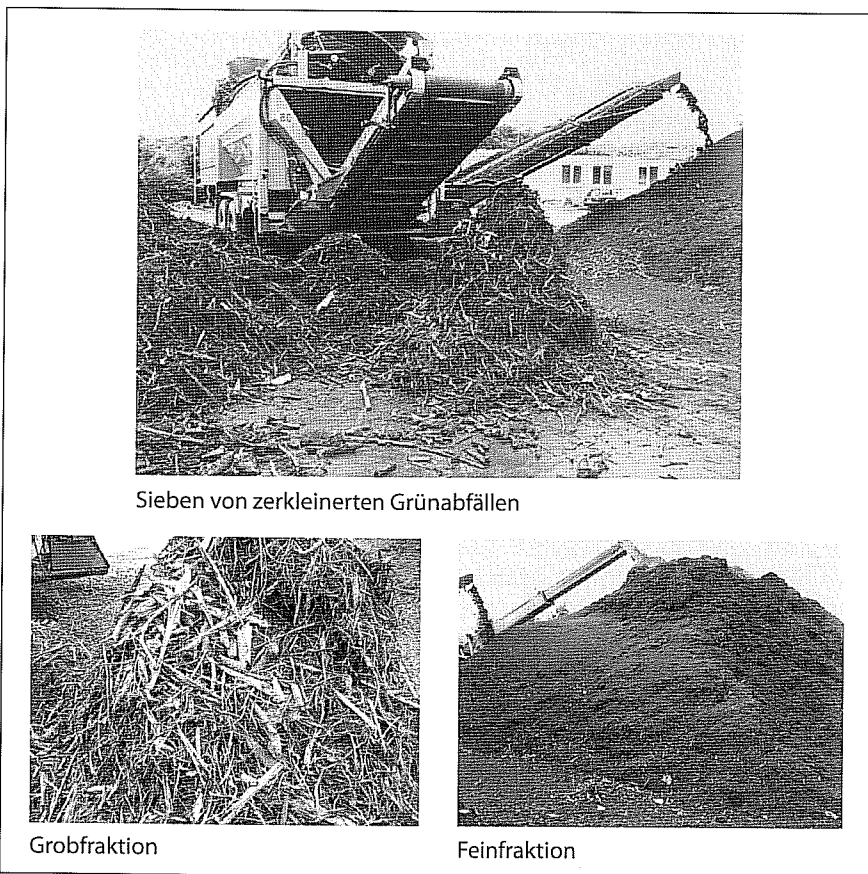


Bild 6: Aufbereitungsschritte für Grünabfall

gärung unter strengem Luftabschluss (Kapselung in Reaktoren/Fermentern) ohne Sauerstoff statt. Hierbei fallen als Endprodukte Biogas, Gärreststoff bzw. Kompost und Abwasser an.

Gegenüber der Kompostierungstechnologie ist die Verfahrensvielfalt deutlich größer, sodass eine einheitliche Bewertung bei der Anaerobtechnik schwerer fällt. Im Wesentlichen unterscheiden sich die angebotenen Verfahren hinsichtlich der Prozessführung (1- oder 2-stufig), der Beschickung (kontinuierlich oder diskontinuierlich), dem Wassergehalt des Inputmaterials (Nass- bzw. Trockenverfahren) sowie der Betriebstemperatur (mesophiler/thermophiler Betrieb). Die Hersteller setzen bei der Bioabfallvergärung überwiegend auf die Trockenfermentation (nach dem gegenwärtigen EEG gibt es für die Trockenfermentation noch die zusätzliche Vergütung über den Technologiebonus).

Bei Vergärungsanlagen ist das Spektrum der möglichen Inputmaterialien wesentlich größer als bei Kompostierungsanlagen, da hier auch nasse und strukturarme Stoffe (z. B. aus dem Gewerbe) verwertet werden können. Ungeeignet ist holzreiches (d. h. ligninreiches) Material, das durch anaerobe Mikroorganismen nicht abgebaut wird. Getrennt erfasste Bioabfälle, Speisereste, krautige Grünabfälle oder organische Gewerbeabfälle eignen sich demgegenüber hervorragend für die Vergärung.

Vor dem eigentlichen Vergärungsprozess werden Bioabfälle mechanisch vorbehandelt. Sieben, Zerkleinern, Störstoffentfrachtung und Homogenisieren sind Bestandteile der Vorbehandlung. Inputmaterial mit einem hohen TS-Gehalt wird häufig mit Wasser oder Rezyklat verdünnt, um eine problemlose Verfahrenstechnik zu gewährleisten.

Bei der Bioabfallvergärung kommen überwiegend einstufige Verfahren zum Einsatz, bei denen die mikrobiellen Abbauvorgänge der Fermentation, Hydrolyse und Methanisierung in einem Reaktor ablaufen. Daneben gibt es aber auch zweistufige Verfahren, bei denen Hydrolyse und Methanisierung in zwei Reaktoren getrennt stattfinden. Zweistufige Verfahren sind prozessstabiler, bedingen aber einen höheren baulichen und apparativen Aufwand. Infolge des geringeren Investitionsaufwands hat sich die einstufige Bioabfallvergärung am Markt durchgesetzt. Relativ neu sind so genannte Perkolationsverfahren („Garagenverfahren“). Hierbei

wird das aus dem Gärgut sickernde Perkolat über eine Drainagerinne abgezogen, in einem Tank zwischengespeichert und zur Befeuchtung wieder über dem Gärsubstrat versprüht. Der Gärprozess findet i. d. R. im mesophilen Temperaturbereich bei 34 – 37 °C statt.

Durch den Stoffwechsel der bei der Vergärung beteiligten Mikroorganismen entsteht zwischen 80 und 130 Nm³ Biogas pro Tonne Bioabfall. Die Gasmenge ist stark abhängig vom Inputmaterial sowie von der Technik der Vergärung. Der Energiegehalt wird bestimmt durch den Methananteil, welcher zwischen 50 % und 75 % liegt. Bei gut eingestellten Anlagen werden Werte um die 60 % erreicht. Somit bleibt der größte Teil der in den Inputmaterialien enthaltenen Energie in Form von Methan erhalten. Das Biogas kann zur Produktion von Wärme und Strom in einem Blockheizkraftwerk, einer Mikrogasturbine oder einer Kesselanlage genutzt werden. Alternativ kann das Gas aufbereitet werden und dann in ein vorhandenes Erdgasnetz eingespeist oder als Kraftstoff in gasbetriebenen Fahrzeugen genutzt werden.

Der Vergärung wird in der Regel eine Kompostierung der Gärreste nachgeschaltet. Hierzu muss das anaerobe Material in einen aeroben Zustand überführt werden. Der kompostierte Gärrest hat ähnliche

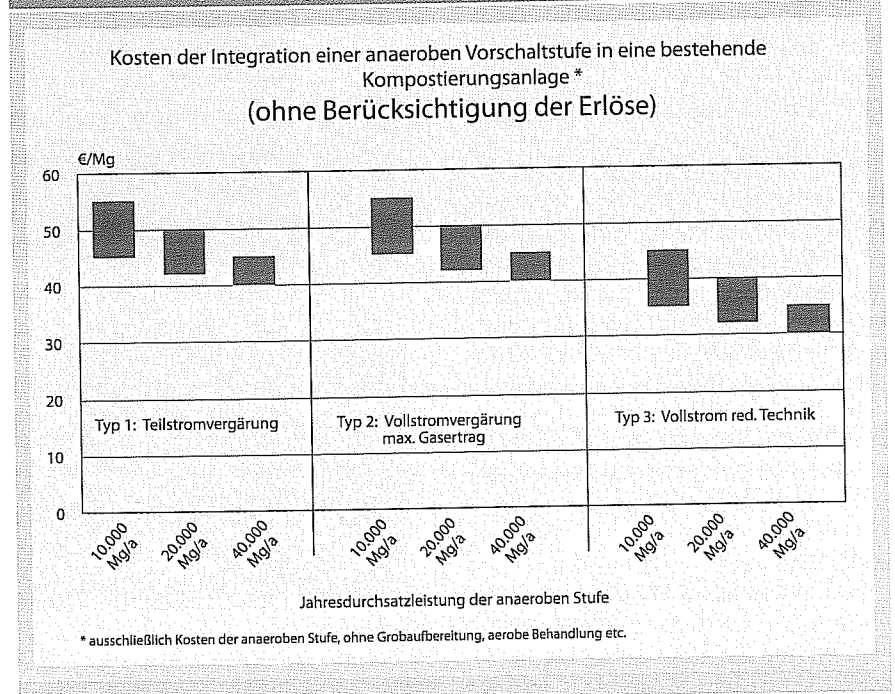
Eigenschaften wie Kompost und dient damit ebenfalls der Bodenverbesserung, der Nährstoffversorgung und dem Humusaufbau.

Die mittlere Kostenstruktur bei Integration einer anaeroben Stufe in eine bestehende Kompostanlage ist in Bild 5 dargestellt. Bei den technisch aufwändigeren Anlagentypen (Teil- bzw. Vollstromvergärung mit maximiertem Gasertrag) variieren die Zusatzkosten zwischen 40 €/Mg und 55 €/Mg, wobei mit steigender Anlagenkapazität eine Kostendegression besteht. Die Verfahrenslösung mit einfacheren Konzepten (z. B. Perkolationsverfahren) zeichnet sich durch um ca. 10 €/Mg günstigere Betriebskosten aus.

Demgegenüber sind die Erlöse gemäß EEG (Mindestvergütungssätze sowie Technologiebonus bei Trockenvergärung) zu betrachten, die je nach Anlagentyp und realisierten Gaserträgen bis zu 35 €/Mg Input erreichen.

In nahezu allen betrachteten Fällen resultieren Zusatzkosten aus der Integration einer anaeroben Vorschaltstufe in eine bestehende Kompostierungsanlage. Im Durchschnitt liegen die spezifischen Mehrkosten zwischen 10 €/Mg und 20 €/Mg Input. Allein aus wirtschaftlichen Gründen bietet die anaerobe Behandlung unter den gewählten Rahmenbedingungen bei reiner Stromspeisung kei-

Bild 7 | Vollkosten der Integration einer anaeroben Vorschaltstufe in eine bestehende Kompostierungsanlage (ohne Berücksichtigung der Erlöse) [6]



ne zwingenden Vorteile. Die wirtschaftlichen „Nachteile“ sind jedoch so gering, dass sich eine wirtschaftliche Gleichwertigkeit von Kompostierung und kombinierter Vergärung/Kompostierung schon bei leicht veränderten Rahmenbedingungen ergeben kann.

Die Wirtschaftlichkeit wird entscheidend von der Möglichkeit zur externen Wärmenutzung beeinflusst. Wirtschaftlich profitiert das Konzept durch den Verkauf der Wärme und zusätzlich durch die erhöhte Stromvergütung auf Grund des KWK-Bonus.

Eine Anaerobanlage als Vorschaltanlage bietet überdies den Vorteil einer möglichen Durchsatzsteigerung der Gesamtanlage. Dies betrifft sowohl die Rückholung von seither extern entsorgten Mengen in die eigene Anlage (bei sehr hohen externen Verwertungskosten) als auch die Vermarktung von frei werdenden Behandlungskapazitäten. Vorteilhaft sind überdies geringere Geruchsemissionen infolge der von der Außenluft abgekapselten Betriebsweise, die bei kritischen Anlagenstandorten die Akzeptanz in der Bevölkerung erhöhen kann. Während die Kompostierung immer eine negative Energiebilanz aufweist, ermöglicht die Vergärung durch die Nutzung des Biogases einen Energieüberschuss. Durch das erzeugte Biogas können fossile Energieträger substituiert und klimaschädigende CO₂-Emissionen reduziert werden.

4. Potenziale zur Energieerzeugung aus Bio- und Grünabfällen in Hessen

Nachfolgend wird das energetische Nutzungspotenzial von Bio- und Grünabfällen in Hessen ermittelt. Hierbei wird zwischen einem theoretischen Potenzial,

einem technisch-wirtschaftlichen Potenzial sowie einem mittelfristig nutzbaren Potenzial unterschieden. Die Energiepotenzialermittlung basiert auf den realen Stoffströmen in Hessen.

Bild 8 zeigt das Aufkommen an Bio- und Grünabfällen sowie die verschiedenen Nutzungspotenziale. Für Bioabfall wurde das mittelfristig nutzbare Biogaspotenzial auf 50 % abgeschätzt. Bei Grünabfall wurde das Aufkommen in einen holzigen Anteil (30 % des Aufkommens zur thermischen Nutzung) und einen krautigen Anteil (70 % des Aufkommens zur Kompostierung oder Vergärung) differenziert.

Für den holzigen Grünabfallanteil wurde weiter unterstellt, dass 50 % in eine ORC-Anlage eingebracht und 50 % direkt zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

Zur Ermittlung der Energiepotenziale wurde unterstellt, dass das erzeugte Biogas in einem BHKW mit einem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % verstromt wird. Für die Ermittlung des Wärmepotenzials wurde der Wärmeeigenbedarf der Biogasanlage abgerechnet. Bei der ORC-Anlage wurde ein elektrischer Wirkungsgrad von 18 % unterstellt. Die Ergebnisse sind in **Bild 9** dargestellt.

Mittelfristig können ca. 67.000 MWh Strom bzw. 104.000 MWh Wärme genutzt werden. Dies entspricht etwa einer gesamten installierten Leistung von ungefähr 8 MW_{el} und somit etwa einer Verdreifachung sämtlicher in Betrieb befindlicher Biogasanlagen für biogene Abfallstoffe in Hessen.

Nicht berücksichtigt sind hierbei die noch nicht erschlossenen Bio- und Grünabfallpotenziale (vollständige Einführung sowie Effizienzsteigerung der Bioabfallsammlung in Hessen), welche die Energiebilanz weiter verbessern würden.

Allerdings ist die Weiterentwicklung der biologischen Abfallwirtschaft in Hessen

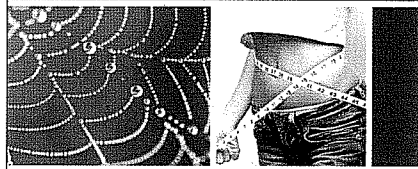
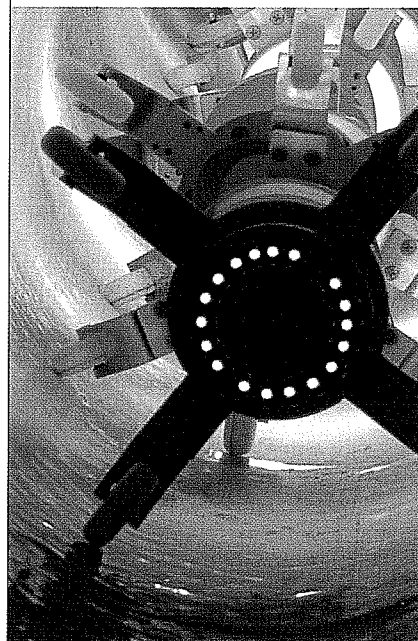
Anzeige

EINMALIGE GELEGENHEIT!
Rotation-Dünnschicht-Klärschlammrockner
 2-stufig, mobil, 24 Fuß Container, Top Zustand,
 sofort abzugeben, VB 449.000 € incl. MwSt.
 Tel.-Nr. 05545-91141; mobil: 0171-4509028

STÄRKE IM GANZEN

 **Insituform**
 Rohr-sanierungstechniken GmbH

IN jeder
 SITUation in
 FORM



Technologie. Service. Umwelt.

Kommunale und industrielle Kunden vertrauen unserer **Technologie**. 225 km Kanäle – so viel wie kein anderes Unternehmen – sanierten wir 2007 in Deutschland grabenlos.

Unsere Schlauchliniensysteme, ob **Synthesefaser** oder **Glasfaser**, werden projektbezogen ausgewählt, technisch optimiert, umweltschonend eingebaut.

Wir beraten – Sie entscheiden!

IFAT, Halle B 5, Stand 414

www.insituform.de