

Ist die Kompostierung von Bioabfällen noch zeitgemäß? - Mit Biogas mehr Energieeffizienz –

Dipl.-Wirtschaftsingenieur Tobias Hein

Dipl.-Ing. Helmut Schneble

Gliederung

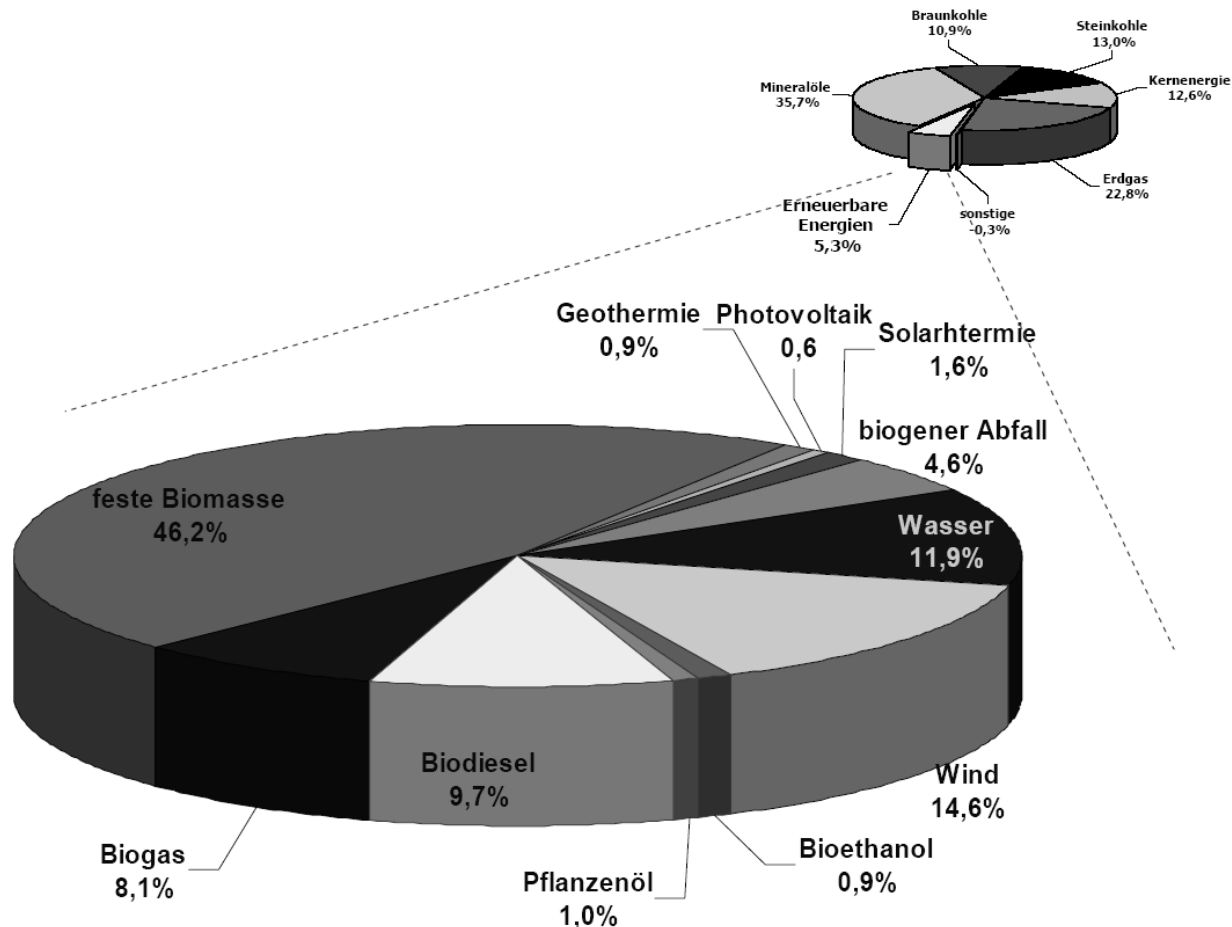
1. Biomasse - der nachwachsende Energieträger
2. Biomassepotenzial
3. Rahmenbedingungen der energetischen Nutzung von Biomasse
 - EEG
 - KfW-Förderung
 - Exkurs: Wirtschaftlichkeit der getrennten Einsammlung
 - Genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen
4. Energie- und Stoffstrommanagement für Bio- und Grünabfälle
 - Direkte Verwertung
 - Kompostierung
 - Vergärung
 - Vergleich Kompostierung – Vergärung
 - Wirtschaftlichkeit
5. Ausblick und Handlungsempfehlung: kommunales Biomasse-Stoffstrommanagement

Biomasse - der nachwachsende Energieträger

- Biologische Abfallwirtschaft (Bio- und Grünabfälle): schließen des Stoffkreislaufes, Nutzung des Humus- und Düngewertes
- Anforderungen an die Biomassebewirtschaftung: Energetische Nutzung als erneuerbarer Energieträger, insbesondere auch Vergärung von Bioabfällen und Erzeugung von Biogas
- hohe Zuwachsraten und Zielsetzungen: Deckung Energiebedarf, umwelt- und klimapolitische Zielsetzungen
- Umsetzung: Förderung (EEG, KfW-Programm), Optimierung der Systeme

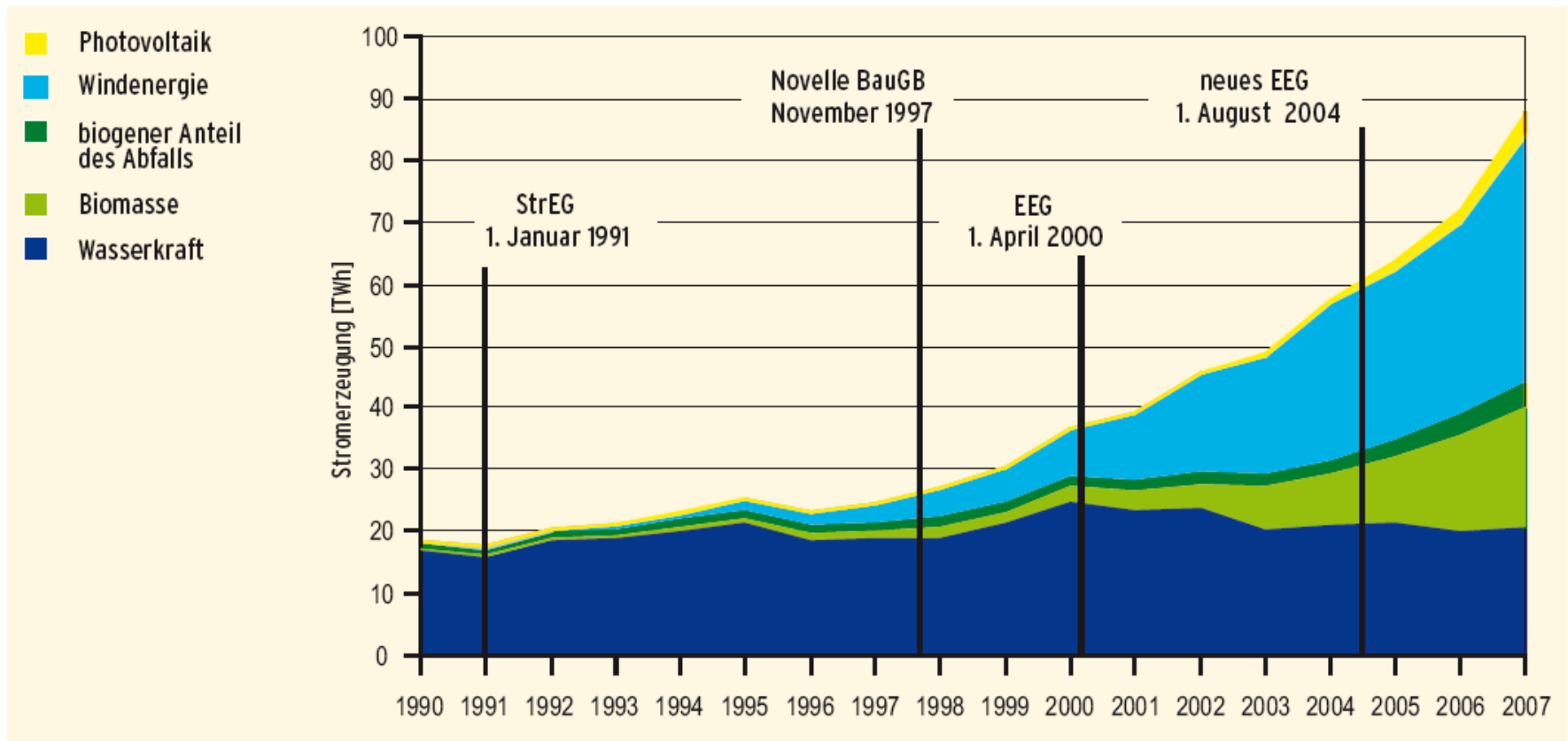
Biomasse - der nachwachsende Energieträger

Anteil Erneuerbarer Energien und der Biomasse am Gesamtenergieeinsatz (BMU 2007)



Biomasse - der nachwachsende Energieträger

Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland (BMU 2008)



Biomasse - der nachwachsende Energieträger

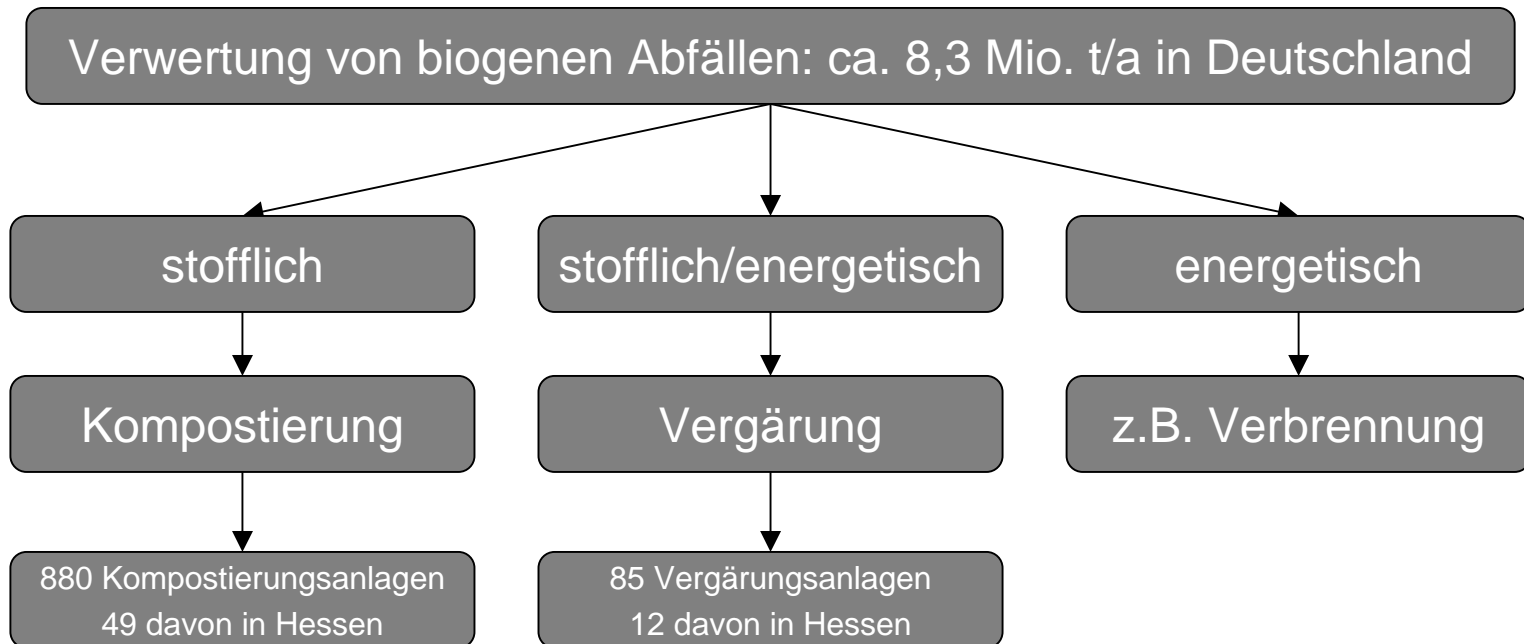
Biogaskraftwerk Flörsheim-Wicker



Biomassepotential

Getrennt erfasste Grünabfälle und Bioabfälle (Kern 2008)

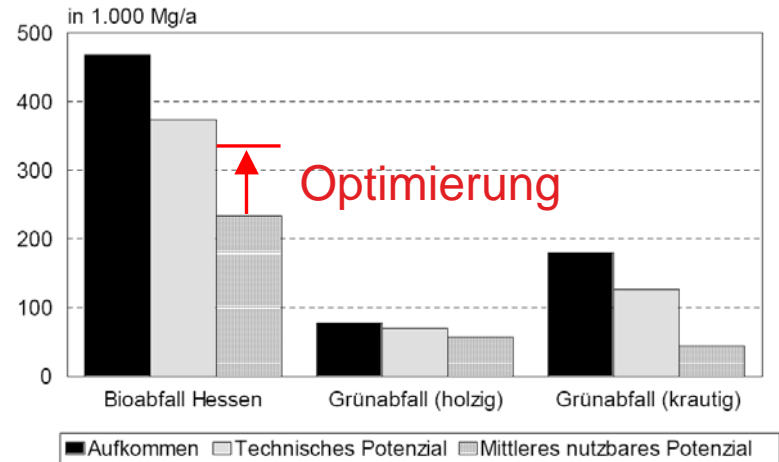
- ca. 8,3 Mio. t/a in Deutschland (entspricht ca. 100 kg/Einwohner und Jahr, davon 49,5 kg Bioabfälle, 50,5 kg Grünabfälle)
- ca. 725.000 t/a in Hessen (entspricht ca. 119 kg/Einwohner und Jahr, davon 77 kg Bioabfälle, 39 kg Grünabfälle)



Biomassepotential

Energetisches Potential bei integriertem Stoffstrommanagement (Kern)

- mittelfristig nutzbar
ca. 8 MW_{el} Leistung
- nicht berücksichtigt sind nicht erfasste Potentiale
- Optimierung möglich



Nicht erfasste Bio- und Grünabfallpotentiale

- hohes Potential in Kommunen mit geringer Anschlussquote Biotonne
- Ø 40 Gew.-% Bio- und Grünabfälle im Hausmüll (ohne separate Bioabfallsammlung);
 - theoretisch 664.000 t/a abzgl. bereits erfasste Bioabfälle -> technisch abschöpfbar ca. 120.000 t/a -> Steigerung der Erfassung um ca. 16 %
 - auch ökonomische Aspekte sprechen für stoffliche/energetische Verwertung (Entsorgungskosten für Restabfall RMA ~240 €/t)

Rahmenbedingungen der energetischen Nutzung

Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG)

- Vergütungsstrukturen für Altanlagen bleiben bestehen, im Einzelfall höhere Vergütungssätze
- Kleinanlagen (< 150 kW) werden stärker gefördert, neue Anlagenklasse (5-20 MW) eingeführt
- Strom bei Großanlagen (> 5 MW) muss in KWK erzeugt werden
- KWK-Bonus auf 3 Cent erhöht, Regelung über Positiv-/Negativliste
- Förderung des Einsatzes von Landschaftspflegematerial (+2 Cent bis Leistungsanteil 500 kW)
- Degressionssatz auf 1% jährlich reduziert
- Aufhebung des Ausschließlichkeitsprinzips

Rahmenbedingungen der energetischen Nutzung

Beispielrechnung Biogasanlage (45.000 t/a) mit KWK-Bonus

- Leistung 1.150 kW_{el}
 - Leistungsanteil bis 150 kW_{el}: 13 %
 - Leistungsanteil bis 500 kW_{el}: 43,5 %
 - Leistungsanteil bis 1.150 kW_{el}: 43,5 %
- Nutzung der Wärme (KWK) bei 70 % der Stromproduktion

	EEG 2009	EEG 2004
Grundvergütung		
Leistungsanteil bis 150 kW _{el}	0,13 x 11,67 c/kWh	0,13 x 10,67 c/kWh
Leistungsanteil bis 500 kW _{el}	+ 0,435 x 9,18 c/kWh	+ 0,435 x 9,18 c/kWh
Leistungsanteil bis 1.150 kW _{el}	+ 0,435 x 8,25 c/kWh	+ 0,435 x 8,25 c/kWh
KWK Bonus	+ 0,7 x 3,00 c/kWh	+ 0,7 x 2,00 c/kWh
Gesamtvergütung	= 11,2 c/kWh	= 10,37 c/kWh

Rahmenbedingungen der energetischen Nutzung

KfW-Förderprogramm

- Wie wird gefördert?
 - langfristige, zinsgünstige Darlehen (abhängig von Bonität des Kreditnehmers)
 - Tilgungszuschuss (bei thermischer Nutzung):
 - 20 €/kW Nennwärmeleistung, höchstens 50.000 Euro
 - bei niedrigen Staubemissionen zusätzlich 20 €/kW
 - bei wärmegeführten KWK-Biomasse-Anlagen 40 €/kW (el. Wirkungsgrad >10% und Gesamtwirkungsgrad >70%)
- Was wird gefördert?
 - Errichtung und Erweiterung von automatisch beschickten Anlagen zur Verbrennung und Vergasung fester Biomasse für die thermische Nutzung ab 100 kW Nennwärmeleistung bis maximal 2 MW.
- Finanzierungsanteil
 - bis zu 100 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten

Rahmenbedingungen der energetischen Nutzung

Wirtschaftlichkeit der getrennten Einsammlung von Bioabfällen

Leerungen pro Jahr

Anzahl der Leerungen Restmülltonne	26
Anzahl der Leerungen 1.100 l	52
Anzahl der Leerungen Biotonne	32

Anschlussgrad

1. Jahr	10%
2. Jahr	27%
3. Jahr	43%
ab 4. Jahr	60%

Behälterverschiebungen ¹⁾

Anteil der Angeschlossenen, die die Restmüllbehältergröße um eine Stufe reduzieren	80%
--	-----

Verschiebungen im Aufkommen ¹⁾

Anteil des eingesammelten Biomülls am Restmüllaufkommen	40%
Anteil des Gartenabfalls, der an den angeschlossenen Grundstücken über Biotonne eingesammelt wird	80%

1) berücksichtigt werden jeweils nur die an die Biotonne angeschlossenen Grundstücke

2) Reduzierung der Einsammeltermine bei Einführung der Biotonne

Beispiel einer Gemeinde im MTK

Behälteranzahl	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	ab 4. Jahr	
Restmüll	60 l 80 l 120 l 240 l 1.100 l	661 Stk. 1.538 Stk. 1.930 Stk. 1.481 Stk. 100 Stk.	860 Stk. 1.617 Stk. 1.678 Stk. 1.456 Stk. 100 Stk.	1.059 Stk. 1.696 Stk. 1.425 Stk. 1.431 Stk. 99 Stk.	1.258 Stk. 1.775 Stk. 1.172 Stk. 1.406 Stk. 98 Stk.
Biomüll	120 l 240 l	487 Stk. 84 Stk.	1.302 Stk. 221 Stk.	2.121 Stk. 353 Stk.	2.945 Stk. 481 Stk.
Gartenabfall ²⁾		4 Termine	4 Termine	4 Termine	4 Termine
Aufkommen	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	ab 4. Jahr	
Restmüll	3.984 t/a	3.707 t/a	3.431 t/a	3.154 t/a	
Bioabfall	202 t/a	539 t/a	875 t/a	1.212 t/a	
Gartenabfall	414 t/a	354 t/a	294 t/a	234 t/a	
Einsammelkosten	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	ab 4. Jahr	
Restmüll	146.724 €/a	145.502 €/a	144.281 €/a	143.060 €/a	
Bioabfall	15.668 €/a	41.771 €/a	67.858 €/a	93.931 €/a	
Gartenabfall	5.236 €/a	5.236 €/a	5.236 €/a	5.236 €/a	
Entsorgungskosten	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	ab 4. Jahr	
Restmüll	776.880 €/a	722.930 €/a	668.980 €/a	615.030 €/a	
Bioabfall	12.019 €/a	32.051 €/a	52.082 €/a	72.114 €/a	
Gartenabfall	25.254 €/a	21.594 €/a	17.934 €/a	14.274 €/a	
Fahrtkosten AVA	1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr	ab 4. Jahr	
Restmüll	28.446 €/a	26.470 €/a	24.495 €/a	22.520 €/a	
Gesamtkosten mit Biotonne	1.010.227 €/a	995.554 €/a	980.867 €/a	966.164 €/a	
Gesamtkosten ohne Biotonne	1.026.866 €/a	1.026.866 €/a	1.026.866 €/a	1.026.866 €/a	
Kostendifferenz zu Ist	16.639 €/a	31.312 €/a	46.000 €/a	60.702 €/a	
Gesamtkosten mit Biotonne	1.010.227 €/a	995.554 €/a	980.867 €/a	966.164 €/a	
Gebühreneinnahmen	1.407.237 €/a	1.381.201 €/a	1.355.165 €/a	1.329.130 €/a	
Differenz Gebühren-Kosten	397.010 €/a	385.647 €/a	374.299 €/a	362.965 €/a	
Ø Befüllungsgrad	27%	27%	27%	27%	
kg/a je ang. Einwohner	100,95 kg/a	100,95 kg/a	100,95 kg/a	100,95 kg/a	
Einsammelkosten Restmüll	36,83 €/t	39,25 €/t	42,06 €/t	45,36 €/t	
Einsammelkosten Biomüll	77,57 €/t	77,54 €/t	77,52 €/t	77,50 €/t	

Rahmenbedingungen der energetischen Nutzung

Genehmigungsrechtliche Rahmenbedingungen

- Genehmigungsbedürftige Anlage nach dem BImSchG (4. BImSchV, Ziffer 8.6 Anlagen zur biologischen Behandlung; je nach Durchsatz mit oder ohne Öffentlichkeitsbeteiligung)
- Mindestabstandsregelung nach TA Luft (300 bzw. 500 m, bei Unterschreitung im Einzelfall Geruchsgutachten erforderlich)
- Aufgabebunker: geschlossen (Fahrzeugschleuse oder Luftwandtechnologie); Ablufferfassung/-abreinigung (Biofilter mit Wäscher und Kamin)
- Prozesswasser: Fassung (VAwS) und prozessinterne Verwendung (hohe Anforderungen)
- Maßnahmen zur Geruchsminderung, insbesondere bei der Entwässerung der Gärsuspension und der Nachrotte/Trocknung
- Grenzwerte (Emissionen): Geruch 500 GE/cbm, Staub: 10 mg/cbm
- Ex-Schutz, Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Behälter, Rohre, Rückhalteeinrichtungen), Brandschutz und Lärm

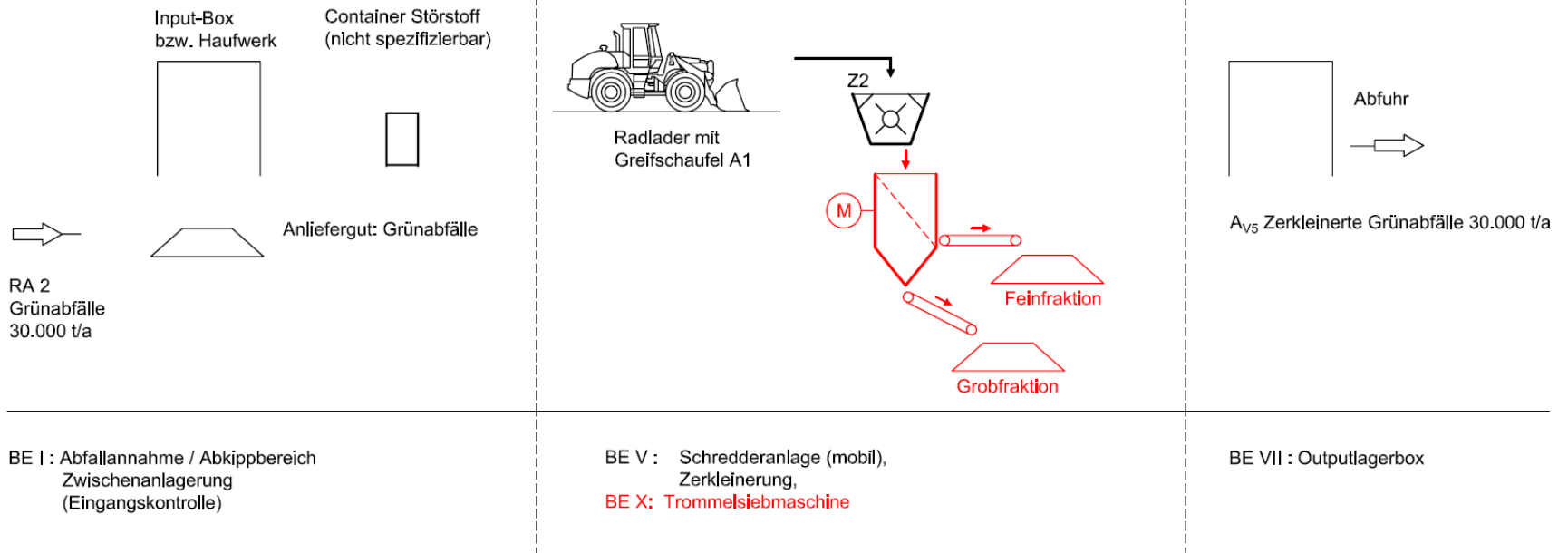
Energie- und Stoffstrommanagement

Direkte Verwertung von biogenen Abfällen

- (direkte) energetische Verwertung von Grünabfällen ökologisch und ökonomisch sinnvoll
- einfache Aufbereitungstechnik: Zerkleinern und Absieben
- Ausschleusung eines grobstückigen Schredder- oder Hackgutes, Ausschleusung als Brennstoff für Biomasse-Kraftwerke
- Verbleibende Fraktion: Strukturmaterial für die Kompostierung/Nachrotte, direkte Ausbringung in die Landwirtschaft oder Nutzung als Zuschlagsstoff für die Herstellung von Oberbodenmaterialien im Garten- und Landschaftsbau
- Biomassepotenzial: sehr unterschiedlich in den Gebietskörperschaften je nach Struktur der Besiedlung und der Landnutzung

Energie- und Stoffstrommanagement

Direkte Verwertung von biogenen Abfällen (Grünschnittaufbereitung)



Energie- und Stoffstrommanagement

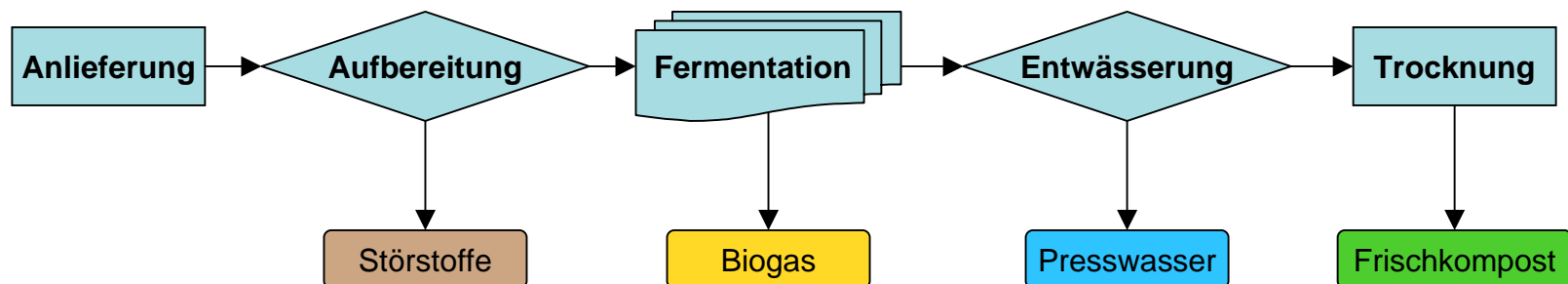
Kompostierung

- bisheriges Zielkonzept: Herstellung eines hochwertigen Bodenverbesserungsmittel (Kompost)
- Struktur der Kompostierungsanlagen: 5.000 t/a bis 50.000 t/a
- Technik/Ausführungsstandard: einfache Mietentechnik mit Umsetzmaschinen bis vollständig gekapselte/automatisierte Anlagen
- Behandlungskosten: abhängig von Größe, Inputfraktionen, standortspezifischen Rahmenbedingungen; zukünftig: steigende Anforderungen nach TA Luft. Behandlungskosten: 20 - 80 €/t
- Energiebedarf: bei gekapselten Anlagen hoch bis sehr hoch, nach VHE 30 - 60 kWh/t, nach anderen Quellen bis über 80 kWh/t Input
- Klimaschutz: kein Beitrag zum Klimaschutz durch Substitution von fossilen Brennstoffen
- Vorteil gegenüber der Vergärung im Bereich Bodenfruchtbarkeit und Bodenstrukturqualität

Energie- und Stoffstrommanagement

Vergärung von biogenen Abfällen/integrierte Konzepte

- Unterschiedliche Systeme/Anlagentypen:
 - Teilstromvergärungsanlagen (z.B. in Frankfurt oder in Passau)
 - Vollstromvergärung (z. B. in Wicker)
- Eine der ersten Anlagen in Hessen: Bioabfallbehandlungsanlage in Frankfurt am Main mit einer Teilstromvergärung (System Trockenvergärung Kompogas mit einem liegenden Fermenter)
- Technologisches Grundprinzip: Vergärung unter Luftabschluss (anaerobes Verfahren)



Energie- und Stoffstrommanagement

Vergärung von biogenen Abfällen/integrierte Konzepte

- Förderung durch EEG: Steigerung der Vergärungskapazitäten, mittlerweile sind über 70 Anlagen in Betrieb
- Verfahrensvielfalt: Unterschiede in Prozessführung, Wassergehalt des Inputmaterials und Betriebstemperatur
- wesentlich breiteres Spektrum bei Inputmaterialien: neben Bioabfällen nasse und strukturarme biogene Abfälle (evtl. besondere Anforderungen an die Hygienisierung)
- Anlagen zur Ertüchtigung von bestehenden Kompostierungsanlagen (Erhöhung Durchsatz, Reduzierung von Umweltauswirkungen/Geruch, Optimierung der Verfahrenstechnik, Verbesserung der Wirtschaftlichkeit)

Energie- und Stoffstrommanagement

Vergärung von biogenen Abfällen/integrierte Konzepte

- Outputströme aus der Vergärung
 - Outputstrom: Feste Gärreste; wesentliche Anforderung: Reduzierung geruchsintensive Komponenten, Aufbereitung für Verwertung
 - Entwässerung (Fest-Flüssig-Trennung) Gärrestsuspension (Austrag aus dem Gärreaktor)
 - Nachrotte (mit Strukturmaterial) und Verwertung als Kompost
 - Trocknung (z.B. Band-, Trommeltrockner, solare Trocknung; Energiebedarf und Brüdenentsorgung) und Verwertung in Heizkraftwerken (z.B. Wirbelschichtanlagen, von Infraserb geplant).
 - Gärrestbehandlung und -verwertung mit entscheidend für die Wirtschaftlichkeit von Anlagen

Energie- und Stoffstrommanagement

Teilstromvergärungskonzept: Beispiel Produktpalette



Produkte

Als RMB-Kunde wählen Sie aus einer Vielzahl von Produkten für Gartengestaltung und -pflege. Ob Zier-, Gemüse- oder Obstgarten, Humerra-Kompostprodukte unterstützen auf natürliche Weise ein gesundes und üppiges Pflanzenwachstum in Ihrem Garten und sind vielfältig einsetzbar:

- Bodenoptimierung und -pflege
- Rasenneueinsaat und -pflege
- Pflanzung von Gehölzen, Sträuchern und Stauden
- Wechselbepflanzung von Balkonkästen und Kübeln
- Mulchen von Pflanzenflächen
- Gartenneuanlage und -gestaltung
- Grabneuanlage und -pflege

Humerra-Kompost ist RAL-gütegesichert!

Energie- und Stoffstrommanagement

Vergärung von biogenen Abfällen/integrierte Konzepte

- Outputstrom: Flüssige Phase nach der Fest-Flüssig-Trennung
 - unterschiedliche Behandlungsverfahren, teilweise direkte Verwertung in der Landwirtschaft
 - Aufbereitung bis zu einleitefähigen Konzentrationen im Abwasser
 - bei Teilstromverfahren: Verwendung im Rotteprozess (nach Teilaufbereitung)
 - Verfahrenstechnisch und hinsichtlich der Kosten nicht unerheblich, in erheblichem Umfang mitentscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen

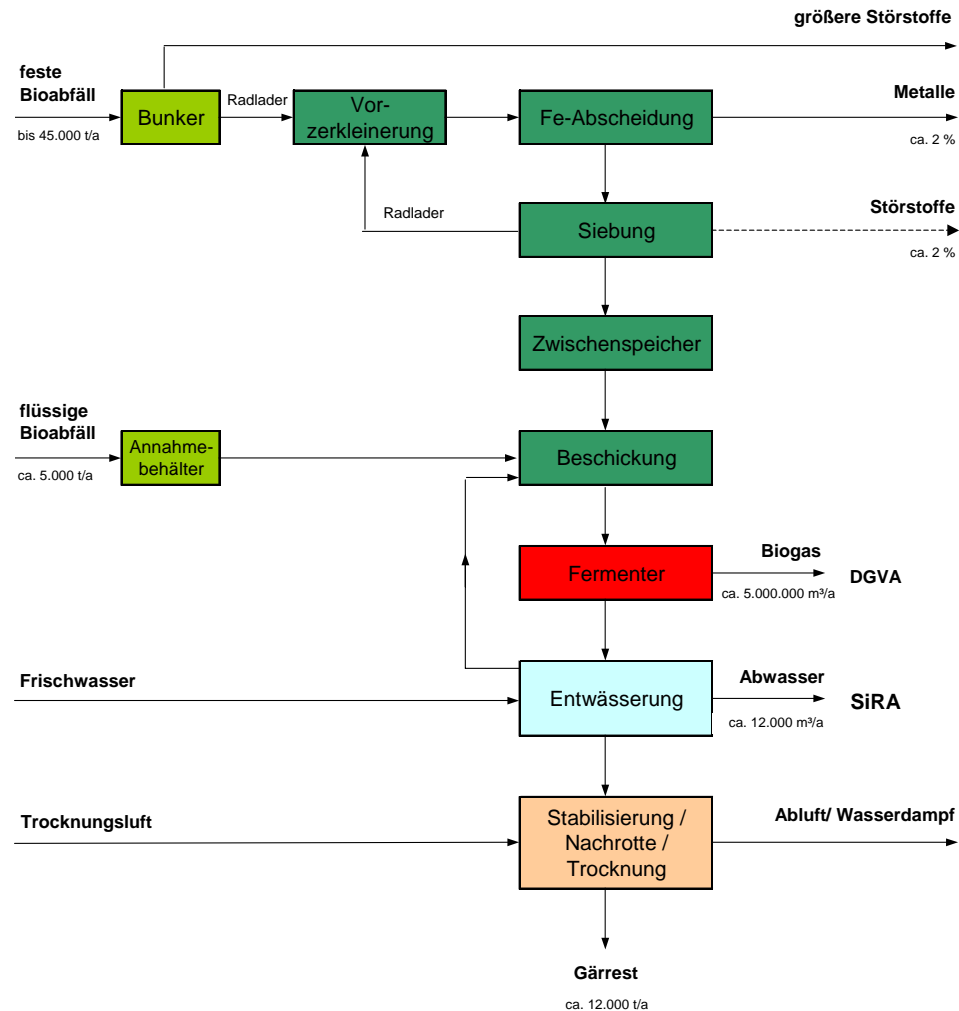
Energie- und Stoffstrommanagement

Vergärung von biogenen Abfällen/integrierte Konzepte

- Output Biogas
 - hochenergetisches Gas, Verwertung: Erzeugung von Strom und Wärme vor Ort; soweit möglich wirtschaftlichste Variante
Sonderfall: Nutzung von vorhandenen Einrichtungen und Aggregaten (Beispiel Deponie Wicker)
 - standortspezifische Voraussetzungen maßgebend für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen
 - Zukunftskonzepte: Aufbereitung des Biogases und Einspeisung in das Erdgasnetz (ab ca. 1 MW_{el} wirtschaftlich darstellbar)

Energie- und Stoffstrommanagement

Stoffstrombilanz Vergärungsanlage (45.000 t/a)



Energie- und Stoffstrommanagement

Vergleich Kompostierung – Vergärung (Beispiel)

Stoffströme – In-/Output	Kompostierung	Biogaskraftwerk Flörsheim-Wicker
Energiebedarf (spezifisch, je Tonne Input)		
elektrisch	60 bis 80 kWh/t	85 bis 100 kWh/t
thermisch		80 bis 100 kWh/t
Kraftstoffeinsatz Anlagenbetrieb	Radladerbetrieb, Absiebanlagen, sonstige mobile Geräte	Radladerbetrieb, Absiebanlagen, sonstige mobile Geräte
Energieproduktion (spezifisch je t Input (Verstromung/Verwertung von Biogas))		
elektrisch	keine Energieproduktion	bis 250 kWh/t
thermisch	keine Energieproduktion	bis 370 kWh/t
Wasser		
Wasserbedarf	nicht bekannt	abhängig von WG Input und Anteil flüssiger Bioabfälle
Abwasseranfall	nicht bekannt	ca. 0,3 m ³ /t Bioabfall
Hilfs-/Betriebsstoffe		
Flockungshilfsmittel	keine	292 l/h
Sonstige Hilfs-/Betriebsstoffe	nicht bekannt	nicht bekannt

Energie- und Stoffstrommanagement

Vergleich Kompostierung – Vergärung (Beispiel)

Stoffströme – In-/Output	Kompostierung	Biogaskraftwerk Flörsheim-Wicker
Output (aus Bioabfallbehandlung)		
Biogas	kein Biogas (diffuse Gasemissionen aus der Rotte, in der Regel nicht gefasst / klimaschädigend)	ca. 580 m ³ /h, Verstromung
Feste Stoffe (Kompost, Vergärungsrückstände)	Kompost, vergleichbare Größenordnung	ca. 12.500 t an konditionierten Gärresten (nach Trocknung in den Rotteboxen, TS 60 – 75 %) Gärrest, ca. 0,3 t pro eingesetzter t Bioabfall
Flüssige Stoffe (Kondensatwasser aus der Abluftreinigung / Wäscher)	Anfall je nach Abluftbehandlungskonzept	bis zu 10.000 t/a, landwirtschaftliche Verwertung, Entsorgung
Freisetzung von Luftschadstoffen / Gerüchen / Lärm aus der Bioabfallbehandlung		
Emissionen Luftschadstoffe / Stäube	z. T. erheblich diffuse Emissionen, abhängig von Anlagentechnik	vollständig Fassung der Abluft, Emissionen kleiner 10 mg/cbm
Geruchsemissionen	je nach Anlagentechnik teilweise erhebliche Emissionen	kleiner 500 GE/cbm, Ableitung über Biofilter mit Abluftkamin
CO ₂ -Emissionen	275 kg/t Input	110 kg/t Input
Ammoniak und NMVOC-Emissionen	z. T. erheblich bei nicht gekapselten Anlagen	gering, wegen Biofilter und Wäscher

Energie- und Stoffstrommanagement

Zwischenfazit

die Vergärung bietet aus ökobilanzieller Hinsicht wesentliche Vorteile gegenüber einer reinen Kompostierungstechnologie:

- Beitrag zur Reduzierung des Treibhauseffektes (Netto-Energieüberschuss); Anlage in Flörsheim-Wicker besonderes effizient (Abgaswärmenutzung der BHKWs durch ORC-Module)
- Beitrag zur Reduzierung des Treibhauseffektes (praktisch keine Methan- oder NMVOC-Emissionen); Untersuchungen an Kompostierungsanlagen zeigen, dass auch bei der aeroben Behandlung Methanemissionen freigesetzt werden (z.B. bei Vernässung von Mieten, unzureichender Belüftung)
- die Anlage in Flörsheim-Wicker verfügt über eine Trocknungs-/Nachrottstufe; festes Outputmaterial kann z.B. als Rekultivierungsmaterial oder im Landschaftsbau weiterverwertet werden
- durch Einbindung der Anlage in den örtlichen Verbund können Synergieeffekte realisiert werden; Verwertung des Frischkompostes, Nutzung vorhandener Infrastruktureinrichtungen (z.B. Abwasseraufbereitung in der vorhandenen SIRA, Nutzung des Biomasseheizkraftwerkes für Überkorn, logistische/personelle Ressourcen)

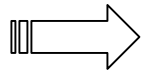
Energie- und Stoffstrommanagement

Randbedingungen und Faktoren für die Wirtschaftlichkeit

- Durchsatzmengen, Art und Zusammensetzung der Abfälle
- Standortbedingungen, insbesondere: Nutzung vorhandener Anlagen, Synergieeffekte
- Verwertung des Biogases: Verstromung und Wärmenutzung, alternativ Einspeisung ins Erdgasnetz
- Verwertung der flüssigen Reste: landwirtschaftliche Verwertung
- Verwertung der festen Gärrückstände
- Förderung durch das EEG
- Finanzierung (KfW-Programm)
- **immer:** Einzelfallprüfung

Ausblick und Handlungsempfehlung

Optimierung der Biomassebewirtschaftung



Ziel: energetische **und** stoffliche Verwertung

1. Biomassepotenzial

- Herkunft: private Haushalte, Land-/ Forstwirtschaft, Betriebe etc.
- Mengenaufkommen (saisonale Schwankungen)
- Stoffeigenschaften: Zusammensetzung, Qualitäten/Inhaltsstoffe

2. Analyse der derzeitigen Entsorgungsstruktur (Defizitanalyse)

- Erfassungs- und Einsammelsysteme, logistische Anforderungen an die Systeme, beteiligte Akteure
- Analyse der Abfallbehandlungs-/Verwertungsanlagen, u. a.
 - Grünschnittaufbereitung/Grünabfallkompostierungsanlagen
 - Bioabfallbehandlungsanlagen (z.B. Kompostierungsanlagen)
 - energetische Verwertungsanlagen (z.B. Biomassekraftwerke für Althölzer)
 - Prüfung/Analyse der Standortbedingungen (insbesondere hinsichtlich Synergien, Anlagenauslastung, Anlagenzustand, Nutzung der energetischen Potenziale)

Ausblick und Handlungsempfehlung

Optimierung der Biomassebewirtschaftung

- Entsorgungs-/Verwertungswege der Outputströme, Analyse auf einen gesicherten Entsorgungsweg:
 - feste Abfälle: landbauliche/landwirtschaftliche Verwertung, energetische Verwertung in Biomassekraftwerken
 - flüssige Abfälle: landwirtschaftliche Verwertung, Abwasserbehandlung
 - Prüfung auf besondere örtliche Verwertungswege (z.B. Rekultivierung Deponie)
- Beteiligte/Akteure: private Entsorgungsunternehmen, kommunale Einrichtungen, öffentliche Ver- und Entsorger, Entsorgungsträger/Kommunen, etc.; Einbeziehung in ein integriertes Konzept zur Nutzung von Synergieeffekten

Ausblick und Handlungsempfehlung

Bausteine integriertes Biomasse-Bewirtschaftungskonzept

