



Grünabfallverarbeitung: betriebswirtschaftliche Betrachtungen

Konrad SCHLEISS, Umwelt- und Kompostberatung, Eschenweg 4, CH-6340 Baar
 Urs MEIER, Meritec GmbH, Elggerstr. 36, Postfach 8, CH-8356 Ettenhausen
 Michel DUMONDEL und Bernard LEHMANN, Institut für Agrarwirtschaft IAW, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich
 Auskünfte: Konrad Schleiss, e-mail: k.schleiss@bluewin.ch, Fax +41 (0)41 761 24 13,
 Tel +41 (0)41 761 24 32

Die Betriebskosten der verschiedenen Verarbeitungsverfahren für biogene Abfälle sind bisher selten vergleichend untersucht worden. In diesem Bericht werden folgende Varianten miteinander verglichen: Die landwirtschaftliche Kompostierung am Feldrand in zwei Grössenklassen, die Kompostierung auf einer kleinen und zwei mittleren Anlagen und einem grossen, eingehausten Werk, eine Kombination Vergärung mit Kompostierung und eine Vergärungsanlage. Zwischen diesen acht Verfahren wird ein gut nachvollziehbarer Betriebskostenvergleich geführt.

Mit der separaten Erfassung der biogenen Abfälle soll die Abfallmenge in der Kehrichtverbrennung reduziert werden. In den letzten zehn Jahren hat die Verarbeitungsmenge auf den Kompostier- und Vergärungsanlagen um ein Mehrfaches zugenommen. Damit sind auch die Kosten für die Grüngutbewirtschaftung enorm gestiegen, während sich die Gemeindefinanzen verknappert haben. Deshalb stellt sich die Frage nach der kostengünstigsten Verarbeitungsweise immer häufiger.

Der Verfahrensvergleich zur Verarbeitung von Grün- und Bioabfällen (inkl. Küchenabfällen) ist schon verschiedentlich geführt worden (Amt für Gewässerschutz und Wasserbau AGW Kt ZH, 1993, Aebersold *et al.* 1993). In einer Diplomarbeit (Estermann 1993) wird angenommen, dass mit dem landwirtschaftlichen Kompostieren ein Nebenerwerb für 1300 bis 2100 Betriebe mit 30 bis 50 Millionen Franken Ertragspotential pro Jahr erreicht werden kann. Die Fragen, ob die landwirtschaftlichen Betriebe die anfallenden Abfälle überhaupt verarbeiten könnten, und ob dies billiger als in der bisherigen Weise sein würde, werden kaum berührt. Der FAT-Bericht Nr. 491 (Meier *et al.* 1996) «Kompostieren, ein interessanter Betriebszweig für die Landwirtschaft» weist relativ hohe Kosten der landwirtschaftlichen Kompostierung aus. In den Jahresberichten über die Kompostier- und Vergärungsanlagen im Kanton Zürich (AGW 1991-1997) werden die Verarbeitungsmengen und marktüblichen Preise dargestellt. In den bisherigen Publikationen fehlt ein nachvollziehbarer Vergleich der Betriebskosten zwischen den Verfahren. In diesem Bereich soll der vorliegende Bericht Klarheit schaffen.

Das Umfeld der Grüngutbewirtschaftung

Die separate Erfassung von biogenen Abfällen ist in der öffentlichen Meinung anerkannt, Kompostieren ist heute «in»! Kritik gibt es höchstens von Gemeindefinanzvorständen, welche die Kosten zu tragen haben. Die Entsorgungskosten in den Kehrichtverbrennungsanlagen sind vor allem infolge der weitergehenden Rauchgasreinigung im letzten Jahrzehnt stark angestiegen. Wie in anderen Kantonen wurde im Kanton Zürich flächendeckend die Sackgebühr eingeführt. Gemäss Abfallgesetz des Kantons Zürich (Abfallgesetz, 1994) muss die Abfallrechnung insgesamt kostendeckend sein, also die allgemeinen Gemeindefinanzen dürfen nicht durch Abfallkosten belastet werden (§37, vollständige Kostenübersicht und -deckung mittels Sackgebühren mit oder ohne pauschale Grundgebühr).

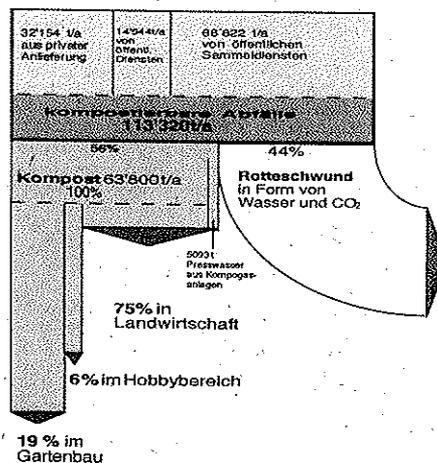


Abb. 1. Herkunft der kompostierbaren Abfälle und Verwendung des Kompostes im Kanton Zürich 1997.

Die separat erfassten biogenen Abfälle (Abb. 1) belasteten die Gemeindebudgets im Jahr 1996 folgendermassen: Pro EinwohnerIn werden im Kanton Zürich 52 kg biogene Abfälle vom kommunalen Sammeldienst gesammelt. Weitere 14 kg liefern die öffentlichen Dienste und 29 kg Private (inkl. Gewerbe) direkt auf die Anlagen. In der Summe gibt das 95 kg pro EinwohnerIn und Jahr. Die Privaten und die öffentlichen Dienste bezahlen in der Regel kostendeckende Preise. Kosten für die Abfallrechnung der Gemeinde ergeben sich aus der kommunalen Sammlung (50 % bis zwei Drittel) und der Verarbeitung auf den Anlagen (ein Drittel bis 50 %). Sie liegen durchschnittlich bei rund Fr. 20.- pro EinwohnerIn und Jahr. Das macht einen Viertel bis zur Hälfte der Abfall-Grundgebühren aus.

Für die zukünftigen Sammelmengen ist entscheidend, ob auch generell Küchenabfälle eingesammelt werden. Dies hat einen Einfluss auf die Sammlungshäufigkeit und die Verarbeitungsverfahren. Das Energiegesetz des Kantons Zürich (Energiegesetz, 1996) schreibt vor, dass das Energiepotential der kompostierbaren Abfälle genutzt werden muss, sofern dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist (§12 a). Im Merkblatt „Kompost und Energie aus biogenen Abfällen“ haben die Fachstellen eine Hilfe für die Umsetzung des Energiegesetzes geschaffen (Amt für technische Anlagen und Lufthygiene und AGW, seit 1.1.1998 im AWEL = Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft zusammengeschlossen, 1997).

In den letzten Jahren sind einige neue Aspekte in der Grüngutverwertung aufgetreten. Einerseits versuchte die Feldrandkompostierung, als «low-cost»-Verfahren die Landwirtschaft vermehrt in die Grüngutverwertung zu integrieren. Andererseits wirbt die Vergärung der biogenen Abfälle mit der Gewinnung erneuerbarer Energien aus den biogenen Abfällen. Während die Feldrandkompostierung möglichst keine Küchenabfälle angeliefert bekommen soll (gefordert ist eine tropffreie Mischung

beim Mietenanlegen), stellen diese für die Vergärung die am meisten gewünschte Komponente der biogenen Abfälle dar, weil sie einen Grossteil schnell abbaubarer Bestandteile für die Biogasgewinnung enthalten. Als weitere Aspekte sind die Verarbeitungssicherheit bei verschiedenen Witterungsbedingungen, die Absatzzicherheit für den Kompost mit entsprechenden Qualitätsanstrengungen und niedrige Emissionen (v.a. bezüglich Gerüchen) zu erwähnen.

Kann die landwirtschaftliche Kompostierung im Nebenerwerb mit Mengen unter 1000 t/a mit den Verarbeitungspreisen von Anlagen mit Mengen von 3000 t/a und mehr konkurrieren? Wieviel muss bei den verschiedenen Verfahren investiert werden, wie gross sind die fixen und die variablen Kosten mit den Arbeitskosten pro Tonne? Und schliesslich mit welchen Methoden soll sich die Landwirtschaft in der Grüngutverarbeitung engagieren, um kostenmässig wettbewerbsfähig zu sein?

Datenbasis

Die Datenbasis für die landwirtschaftliche Kompostierung stammt aus dem FAT-Bericht 491 und die Daten der Kompostier- und Vergärungsanlagen aus diversen Untersuchungen im Auftrag von BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) und AGW (Amt für Gewässerschutz und Wasserbau, neu AWEL = Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich). Der Grossteil der Angaben kommt aus dem Kanton Zürich. Bei bestehenden Anlagen wird in der Praxis das Kapital mit 5 % des Restbuchwertes verzinst, die Immobilien werden mit 10 % und die Mobilien/Maschinen mit 20 % des Restbuchwertes abgeschrieben. Für den Vergleich von verschiedenen Anlagentypen eignet sich dieses degressive Vorgehen aber nicht.

Die in diesem Bericht eingesetzten Investitionen werden über die Nutzungsjahre linear abgeschrieben, was eine über die Jahre gleiche Belastung ergibt. Mobile Maschinen werden innert fünf Jahren, stationäre Maschinen innert zehn Jahren und der Bauteil (Plätze und Hallen, Abwasserbekken etc.) innert 25 Jahren abgeschrieben. Die Verzinsung des eingesetzten Kapitals wird mit dem Zinssatz von 5 % von 60 % des Neuwertes zu diesem Vergleichszweck ebenfalls linear berechnet (FAT-Bericht Nr. 507; 1997).

Der Arbeitszeitbedarf wurde von den Anlagenbetreibern erhoben und entspricht

Die verschiedenen Verfahren

Dezentral (lokal) kompostieren

«Die Einwohnerinnen und Einwohner kompostieren selber im Garten, in der Wohnsiedlung oder im Quartier. Der Kompostberater informiert, motiviert und begleitet den Aufbau und Betrieb von Kompostplätzen. Äste und Sträucher schlägt der Häckseldienst kurz und klein». Dieses Verfahren wird hier nicht weiter diskutiert, weil es in der Art der Subsistenzwirtschaft nicht am wirtschaftlichen Ablauf teilnimmt. Die Autoren sind der Ansicht, dass das lokale Kompostieren in richtiger Art und Weise zu jedem Hausgarten gehört.

Kompostieren am Feldrand

«Landwirtinnen und Landwirte übernehmen Grünabfälle aus der Gemeinde und verarbeiten sie im eigenen Betrieb. Sammelfahrzeuge kippen das Material auf einen befestigten Sammelplatz. Sie schreddern holziges Material, stellen die günstige Mischung her und führen das Kompostgut an Wegränder, wo das Material kompostiert und anschliessend auf den angrenzenden Flächen ausgebracht wird. Die Komposte werden nur auf den Betrieben der beteiligten Landwirtinnen und Landwirte eingesetzt. Die Gemeinde verpflichtet diese als LohnarbeiterIn oder als UnternehmerIn».

Kompostieren auf Anlagen

«Voraussetzung für das Kompostieren auf Anlagen ist, dass die Abfälle entweder in grosser Menge an einem Ort anfallen oder eingesammelt werden. Anlagen von 100 bis 1000 t pro Jahr weisen meist keine Hochbauten auf. Grössere Anlagen verfügen für eine bessere Endproduktaufbereitung über ein kleines Lager unter Däch. Manchmal wird ein Teil oder die ganze Rottefläche überdacht. Als Zwischenstufe zu geschlossenen Anlagen existieren Container- und Rottebox-Kompostierverfahren. Diese verlegen einen Teil der Rottezeit in einen geschlossenen Raum. In den geschlossenen Systemen ist im allgemeinen eine Zwangsbelüftung eingerichtet».

Vergären in Anlagen

«Die Vergärung setzt ähnliche Bedingungen in Bezug auf die Einsammlung oder das Abfallaufkommen voraus wie die Kompostierung auf Anlagen. Sie ist ein anaerobes Verfahren (unter Luftabschluss). Das Material wird zerkleinert und in einem geheizten und kontinuierlich beschickten Behälter zur Gärung gebracht. Bei der Vergärung produzieren Bakterien Methangas. In einem Blockheizkraftwerk entsteht daraus Strom und Wärme. Der Strom wird ins öffentliche Netz eingespiesen, die Wärme in ein Fernwärmenetz. Nach zwei bis drei Wochen Gärung wird das Endprodukt einer aeroben (belüfteten) Nachrotte zugeführt, um am Ende ein Produkt mit den Eigenschaften eines Frischkompostes zu erhalten».

Quelle: 11/ AGW, 1993, Kompostierverfahren im Vergleich

100%-Stellen (2200 Arbeitskraftstunden pro Jahr). Die Arbeitskosten pro Stelle sind mit Fr. 100'000,- pro Jahr gleichgesetzt worden. Für die Landwirtschaft wurden die Ansätze aus dem FAT-Bericht Nr. 491 (Meier *et al.* 1996) übernommen (Fr. 50,-/h für Fachkraft, Fr. 42,-/h für Hilfskraft, gemittelt Fr. 46,-/h bei 2200 AKh ergibt das auch Arbeitskosten von rund Fr. 100'000,- pro Jahresstelle).

Der landwirtschaftliche Arbeitsverdienst der familieneigenen Arbeitskräfte lag 1996 bei Fr. 37'500,-, 1997 bei Fr. 44'500,- pro Arbeitskraft und Jahr (FAT 1996 und 1997). Mit ausländischen Arbeitskräften werden auch auf den Anlagen nicht bedeutend höhere Arbeitskosten entstehen, aber das kann für qualifizierte Arbeit nicht zur Regel werden.

Die Kosten für die Platzbefestigung werden zu Vergleichszwecken einheitlich mit Fr. 150,- pro m² eingesetzt. Für grössere Anlagen wäre ein tieferer Preis gerechtfertigt, spielt jedoch dort nicht mehr eine grosse Rolle. Die Investitionskosten für eingehauste Anlagen entsprechen den Betreiberangaben.

Für die Zerkleinerung wurden bei den kleinen Anlagen Schredderarbeiten eingemietet, weil sie günstiger als eigene Geräte für Anlagen unter 1000 t/a sind. Ebenfalls sind die Siebarbeiten auf den kleinen Anlagen von Maschinenunternehmern eingemietet. Nur für die Umsetzung des Kompostes wurden generell eigene Maschinen eingesetzt.

Die verschiedenen Arbeitsschritte sind nicht in allen Betrieben gleich ausgebaut. Bei der Feldrandkompostierung lagert der Kompost am Feldrand, bis er ausgebracht wird. Auf den Anlagen muss eine entsprechende Lagerfläche freigehalten werden, was zusätzliche Kosten verursacht.

Voraussetzungen für Verarbeitung biogener Abfälle

Für alle Betriebe, auch für die Feldrandkompostieranlagen, wird gemäss den Richtlinien für die Feldrandkompostierung von einem wasserdichten Anlieferplatz ausgegangen. Dort kann eine tropffreie und rottefähige Mischung aus den verschiedenen Anliefermaterialien zu-



sammengemischt werden. Dennoch eignet sich die landwirtschaftliche Kompostierung am Feldrand nur für Abfallmischungen mit einem genügend grossen Holzanteil, was typisch für ländliche Regionen ist. Wenn in Städten und Agglomerationen die Sammlung von Küchenabfällen gefördert wird, ergibt das über grössere Teile der Jahreszeit eine Abfallmischung, die sich nicht für die Verarbeitung am Feldrand eignet. Diese Mischung wiederum ist aus energetischen Gründen für die Vergärung prädestiniert. Zusätzlich kann sie bei offener Kompostierung Geruchsprobleme verursachen, falls nicht genügend Strukturmaterial beigemischt wird. Die Vergärung ist nur als Zwischenschritt zwischen der Zerkleinerung und der Rotte zu sehen. Nach der Vergärung ist eine Nachrotte notwendig, um Kompost zu erhalten (Mindestqualität von Kompost, FAC-Ordner 1995).

Die Vergleichsbetriebe

Als Vergleichsbetriebe für die landwirtschaftliche Kompostierung wählten wir zwei Grössen mit je 250 und 750 Tonnen pro Jahr (t/a), wie sie schon im FAT-Bericht 491 (Meier *et al.* 1996) und von Estermann (1993) berechnet wurden. Für die Werkkompostierung haben wir ein kleines Werk mit 3000 t/a (Einmann-Betrieb), ein mittleres Werk mit 6500 t/a, ein mittleres Werk mit einer Boxenkompostieranlage (6000 t/a) und ein grosses eingehaustes Werk mit 12000 t/a ausgesucht. Für die Vergärung wurde eine grosse Anlage mit 8500 t/a und eine kombinierte Anlage mit 18000 t/a (5000 t Vergärung, Rest Boxenkompostierung) gewählt.

Investitionen in die Vergleichsanlagen

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass kleine Anlagen mit Investitionen von weniger als Fr. 100'000,- in die Kompostierung einsteigen können. Das ist nur machbar, sofern die übliche Infrastruktur eines landwirtschaftlichen Betriebes dahintersteht. Es ist dabei sogar möglich, dass ein nicht mehr benötigter dichter Mistplatz als Sammelplatz dienen kann und damit nicht in den Platz investiert werden muss. Offene Werke investieren oft zwischen 1 bis 3 Millionen Franken. Vergärungsanlagen und eingehauste Werke investieren von 8 bis über 20 Millionen, was Fr. 1000 bis 1700,- pro Tonne Verarbeitungskapazität bedeutet. Vergleichsweise investiert pro Jahrestonne die grössere Feldrand-

kompostierung nur Fr. 173,-, Werke von Fr. 300 bis 500,-. Allerdings schlagen die Kosten für eingemietete Maschinen, die nicht selber gekauft werden, entsprechend bei den variablen Kosten zu Buche.

Betriebskosten pro Jahr

Die Tabelle 2 und auch die Abbildung 2 zeigen als billigste Variante ein mittleres Werk mit 6500 t Verarbeitungskapazität und überwiegend eigenen Maschinen. Als teuerste Variante zeigt sich ein eingehaustes Werk mit sehr hohen Basisinvestitionen. Die Vergärung und die grössere landwirtschaftliche Kompostierung liegen in den Kosten etwa gleich auf. Auffällig ist bei dem grossen eingehausten Kompostwerk, dass die Fixkosten allein höher liegen als die gesamten Betriebskosten bei den andern. Der Grund liegt in der sehr hohen Investitionssumme mit ihren Verzinsungs- und Abschreibungsfolgen. Die landwirtschaftlichen Varianten fallen durch tiefe Fixkosten, aber sehr hohe variable Kosten pro Tonne auf.

Vergleich der Arbeitskosten

Als Begründung für die hohen Kosten der landwirtschaftlichen Kompostierung wer-

den die hohen Arbeitskosten angeführt. Im Verhältnis zur Verarbeitungsmenge ist fast die doppelte Arbeitszeit eingesetzt. Auf hauptamtlich geführten Anlagen braucht es pro 3000 t eine ganze Stelle (oder Fr. 32,-/t). Die hohen Arbeitszeitzahlen bei landwirtschaftlichen Anlagen werden sowohl von Estermann (1993) als auch im FAT-Bericht Nr. 491 (Meier *et al.* 1996) beschrieben.

Haupt- oder Nebenerwerbsbetriebe?

Der Vergleich zwischen den landwirtschaftlichen Kompostieranlagen und den anderen Betrieben ist ein Vergleich zwischen Neben- und Haupterwerbsbetrieben. Übersteigt die Jahreskapazität die 1000 t-Grenze, so kann die Grüngutverarbeitung auch auf einem Landwirtschaftsbetrieb zum Haupterwerb werden. Aus den vorliegenden Zahlen ergibt sich, dass die Nebenerwerbsaktivitäten pro Tonne mehr Arbeitszeit brauchen als die im Haupterwerb. Wieweit das an den grösseren Fahrtstrecken zum Umsetzen an die Feldränder oder an der kleineren Umsatzmenge pro Arbeitseinheit liegt, lässt sich nicht schlüssig erklären. Als Schwachpunkt in dieser Berechnung

Tab. 1. Investitionsbedarf der Vergleichsanlagen in 1000 Franken

Typ	Landw.	Landw.	kl.	mittl.	mittl.	Ver-	Werk	Kombi
	250 t	750 t	Werk	Werk	Werk			
			3000 t	6500 t	B. 6000 t	gärung	+haus	V+K
						8500 t	12000 t	18000 t
Bauteil und Platz ¹	65	105	713	1065	2500	3050	12925	12970
Stationäre Maschinen ²			120	120	120	5120	7120	7120
Mobile Maschinen ³	25	25	427	870	400	390	150	230
Total Investition in 1000 Fr.	90	130	1260	2055	3020	8560	20195	20320
Investitionen Fr./Jahrestonne	358,4	173,3	419,8	316,2	503,3	1007,1	1682,9	1128,9

¹Der Bauteil enthält Platzbefestigungen, Abdeckmaterial/Halle und Haus.

²Zu den stationären Maschinen gehören bei offenen Anlagen meist nur die Waage, bei der Vergärung und den eingehausten Anlagen ist der Grossteil der Maschinen stationär.

³Bei den offenen Anlagen sind die meisten Maschinen mobil, allerdings ist bei den kleinen Anlagen nur in den Umsetzer investiert worden, die andern Maschinenleistungen werden eingemietet.

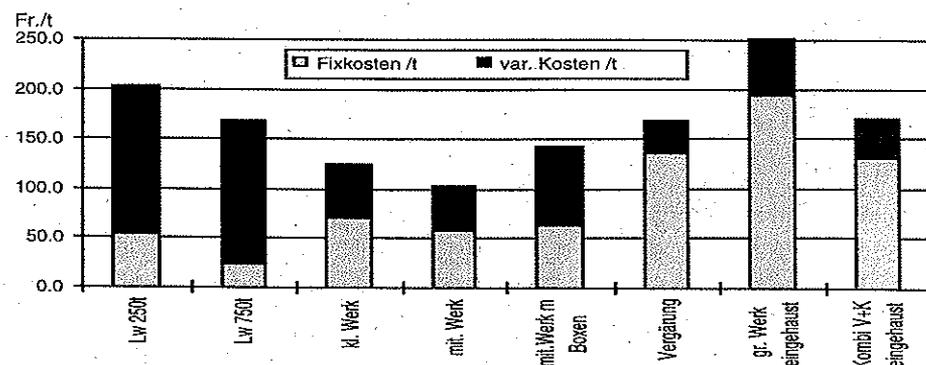


Abb. 2. Betriebskostenvergleich mit fixen und variablen Kosten der Vergleichsanlagen.

wird die Arbeitszeiterhebung auf den landwirtschaftlichen Betrieben betrachtet.

Stärken der einzelnen Verfahren

Die landwirtschaftliche Nebenerwerbskompostierung hat vor allem in wenig besiedelten Regionen eine gute Chance. Dort ist meist die Sammeltätigkeit so reduziert, dass kaum Küchenabfälle gesammelt werden. In einigen ländlichen Gemeinden sammeln auch Landwirtinnen und Landwirte selber die Grünabfälle ein, was das Einkommen pro Tonne mehr als verdoppeln kann. In Agglomerationen und Städten kann die landwirtschaftliche Kompostierung nur für eine beschränkte Abfallgruppe eingesetzt werden, was bedeutet, dass es andere Verfahren auch noch braucht. Ob die Grüngutverarbeitung billiger wird, wenn sie auf viele Betriebe aufgeteilt wird, lässt sich mit Recht bezweifeln.

Als klar günstigste Variante hat sich die Kompostierung auf mittelgrossen Werken herausgestellt. Allerdings lassen sich dort nur Grünabfälle mit wenig Küchenabfällen geruchsarm verarbeiten. Um an diesem einträglichen Geschäft teil zu haben, könnten auch landwirtschaftliche Kreise solche Anlagen betreiben. Um im Preiskampf mithalten zu können, sollten sich Landwirtinnen und Landwirte an grossen Anlagen beteiligen oder diese als Genossenschaft selber führen. Dafür ist allerdings eine vermehrte überbetriebliche Zusammenarbeit mit einem grösseren Kapitalstock die Voraussetzung. Damit könnte eine Gruppe ein eigenes Unternehmen Kompostierung betreiben und ihre Arbeitskraft dort im Nebenerwerb effizienter einsetzen. Gleichzeitig ist auch die Absatzfrage geklärt, weil sie dem «eigenen» Produkt weniger skeptisch gegenüberstehen als dem aus «fremden» Grossanlagen.

Für die Verarbeitung von Grüngut aus Agglomerationen und Städten, in denen Küchenabfälle mitgesammelt werden, empfiehlt sich die Investition in Vergärungsanlagen. Kostenmässig sind sie nicht teurer als eingehauste Kompostieranlagen, aber es lässt sich damit ein beträchtlicher Energiegewinn erzielen. Wenn zusätzlich in Zukunft einem höheren Energiepreis zugestimmt wird, dürfte dieser Verfahrensweg auch ökonomisch interessanter werden.

Tab. 2. Betriebskostenrechnung der Vergleichsanlagen in Franken

Typ	Landw.	Landw.	kl.	mittl.	mittl.	Ver-	Werk	Kombi
	250 t	750 t	Werk	Werk	Werk			
			3000 t	6500 t	B, 6000 t	gärung	+haus	V+K
						8500 t	12000 t	18000 t
Kapitalzinsen ¹	3225	4680	45342	73980	108720	308160	727020	731520
Abschreibungen ²	7583	9200	125900	228600	192000	712000	1259000	1276800
RWU, Versicher.	2792	3600	41070	74700	75200	135600	338700	344400
total fixe Kosten	13600	17480	212312	377280	375920	1155760	2324720	2352720
Arbeiten Dritte ³	8750	26250	15000	0	180000	0	0	0
Traktormiete	7500	22500						
Ausbringkosten	3500	10500	30000	65000	60000	85000	120000	180000
Personalkosten ⁴	15393	45577	100000	200000	200000	300000	400000	500000
Betriebsstoffe ⁵	2000	4000	19000	26000	39000	-106000	168000	28000
total variable Kosten	37143	108827	164000	291000	469000	294000	688000	708000
Total	50743	126307	376312	668280	854920	1434760	3012720	3060720
Betriebskosten								
Kosten pro t	203,0	168,4	125,4	102,8	142,5	168,8	251,1	170,0
Fixkosten /t	54,4	23,3	70,8	58,0	62,7	136,0	193,7	130,7
var. Kosten/t	148,6	145,1	54,7	44,8	79,8	32,8	57,3	39,3

¹Kapitalzinsen sind mit 5 % von 60 % des eingesetzten Kapitals (100 % Fremdkapital) gerechnet.

²Abschreibungen sind linear pro Nutzungsjahr für den Bauteil 25 Jahre, stationäre Maschinen 10 Jahre und mobile Maschinen 5 Jahre eingesezt.

³Die Arbeiten Dritter, Zerkleinerung und Sieben (bei Lw250F ohne sieben), sind mit marktüblichen Preisen (Kanton Zürich) eingesezt.

⁴Die Arbeitskosten sind mit Fr. 100'000.- pro 100 %-Stelle vereinheitlicht.

⁵Die Betriebsstoffe und Analysen entsprechen den Angaben der Betriebe bzw. üblichen Mengen. Die Vergärung verkauft den Überschussstrom zu Fr. 0,16 pro kWh, was zu negativen Energiekosten (Fr. -106'000) führt, die auch als Ertrag verbucht werden könnten.

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist beim Erstautor erhältlich.

RÉSUMÉ

Considérations économiques relatives à la mise en valeur des déchets organiques

Si des discussions existent autour des coûts de traitement des déchets organiques, il n'existe jusqu'à aujourd'hui que peu d'études qui se sont penchées sur une comparaison de ces derniers, en fonction des différents modes de traitement. Nous comparons ici les procédés suivants: compostage en bordure des champs pour deux tailles d'exploitations, compostage en plein air pour une petite et deux moyennes entreprises, compostage à l'intérieur d'une halle fermée pour une grande entreprise, une combinaison fermentation anaérobique et compostage et enfin une grande installation de fermentation anaérobique. Entre ces huit alternatives une comparaison facilement compréhensible des coûts de traitement est faite.

Les calculs montrent que, par tonne de déchets, le compostage en plein air des entreprises moyennes est le plus avantageux, suivi par celui de la petite entreprise. La fermentation anaérobique et la combinaison fermentation anaérobique/compostage donnent des coûts plus élevés et à peu près comparables à ceux du compostage en bordure des champs pour l'exploitation de grande taille. Les solutions les plus chères restent le compostage en halle fermée pour la grande entreprise, précédant le compostage en bordure des champs pour les petites exploitations. Le compostage en bordure des champs, qui apporte aux agriculteurs un revenu complémentaire, demande pour le traitement d'une

tonne, environ le double du temps nécessaire au traitement en entreprises.

SUMMARY

Comparing the costs of treating biogenic waste under Swiss conditions

The cost of treating biogenic waste is subject of discussion. However, there is not much data available comparing the costs of the different treatment alternatives. In this report the costs of the following treatment alternatives are compared: Agricultural composting along the field-paths in two different sizes, the composting on one small and two mid-sized open plants as well as one large enclosed plant, one large plant which combines anaerobic digestion with composting and one plant which treats all the biowaste in an anaerobic digestion before a short composting part at the end. To make comparison easier, many of the cost units, such as a fulltime job, are calculated with standardized values.

The comparative calculations indicate the lowest costs per ton treated for the composting in a mid-sized open plant, followed by the small open plant. The anaerobic digestion and the combination digestion/composting show higher costs per ton at about the same level as the larger size of the agricultural composting. The most expensive way to treat the biowaste seems to be the large composting plant in a fully enclosed building, followed by the small size agricultural composting. The agricultural composting needs as a by-work per ton about the double length of time compared with the fulltime jobs on the stationary plants.

KEY WORDS: biogenic waste, composting, anaerobic digestion, investment and costs of treatment, comparison