

Jahresbericht 2001, 15. Dezember 2001

Projekt

Vergärung von Biomasse: Auswirkungen auf die Abfallwirtschaft des Kantons Tessin

Autor und Koautoren	Dr. Guido Beltrani Hans-Christian Angele Dr. Oliver Schelske Marc Cavigelli
beauftragte Institution	Ernst Basler + Partner AG
Adresse	Zollikerstrasse 65 CH-8702 Zollikon
Telefon, E-mail, Internetadresse	Tel.: 01 / 395 11 11 e-mail: guido.beltrani@ebp.ch www.ebp.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	Projekt Nr.: 42840 / Vertrag Nr.: 82769
Dauer des Projekts (von – bis)	August – Oktober 2001

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Abfallwirtschaft des Kantons Tessin wurden im Rahmen einer Fallstudie die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen bei einer vermehrten Verwertung der organischen Abfälle mittels Vergärung untersucht. Ausgehend von einem Referenzszenario ohne Vergärung wurden die Unterschiede bezüglich Investitions- und Nettojahreskosten sowie klimawirksamer CO₂-Emissionen im Vergleich zu einem Alternativszenario mit Vergärung quantifiziert. Die ökonomische Betrachtung zeigt, dass sich die Kosten in den beiden Szenarien kaum unterschieden. Das Vergärungsszenario besticht allerdings durch eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen (rund 5'700 t/a) und eine gesamthaft höhere Kompostproduktion (>5'500 t/a). Somit kann durch vermehrte Vergärung bei gleichen Kosten ein deutlicher ökologischer Nutzen erzielt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden im Rahmen einer Pressekonferenz zum Thema Biomasse am 19. September 2001 in Bern der Öffentlichkeit vorgestellt.

Projektziele

Die Vergärung ist eine vielversprechende und technisch ausgereifte Möglichkeit für die energetische Verwertung von biogenen Abfällen. Auf Grund verschiedener Hemmnisse wird jedoch heute nur ein Bruchteil der biogenen Abfälle vergärt. Ein wesentliches Hindernis liegt daran, dass die Vergärung im Vergleich zu anderen Alternativen wie die Kompostierung einen niedrigeren Bekanntheitsgrad aufweist. Aus diesem Grund hat das Bundesamt für Energie der Biomasse im Rahmen des Programmes Energie Schweiz einen grösseren Stellenwert zugeordnet.

Als Unterstützung zu den Marketing-Anstrengungen sollen auch Grundlagen erarbeitet werden, die das ökonomische und ökologische Potenzial der Vergärung realistisch aufzeigen. Die hier zusammengefasste Studie dient dazu, die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen einer (hypothetischen) verbreiteten Verwertung der organischen Abfälle durch Vergärung auf die Abfallwirtschaft einer bestimmten Region abzuschätzen und die Ergebnisse der interessierten Öffentlichkeit zu kommunizieren.

Als Musterregion für die Fallstudie wurde der Kanton Tessin ausgewählt. Dafür gibt es zwei Hauptgründe: Einerseits wird zur Zeit die Vergärung im Tessin nicht praktiziert, zum anderen verfügt der Kanton gegenwärtig über keine eigene Kehrichtverbrennungsanlage (KVA). Der Bau einer KVA wird zur Zeit geplant. Unter diesen Bedingungen ist es besonders interessant, die möglichen Auswirkungen einer starken Ausbreitung der Vergärung zu untersuchen, weil dies auch einen Einfluss auf die Dimensionierung der KVA haben könnte. Dabei sind diese Überlegungen nur als Fallbeispiel aufzufassen. Es geht nicht darum, dem Kanton Tessin vorzuschreiben, wie seine Abfälle zu behandeln sind.

Konkret werden die Unterschiede bezüglich Investitions- und Nettojahreskosten sowie klimawirksamen CO₂-Emissionen zwischen einem Referenzszenario ohne Vergärung und einem Alternativszenario mit Vergärung für die Abfallwirtschaft des Kantons Tessin quantitativ bestimmt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

In der Analyse werden zunächst die Systemgrenzen (erfasste Abfallfraktionen) und die zu untersuchenden Szenarien festgelegt.

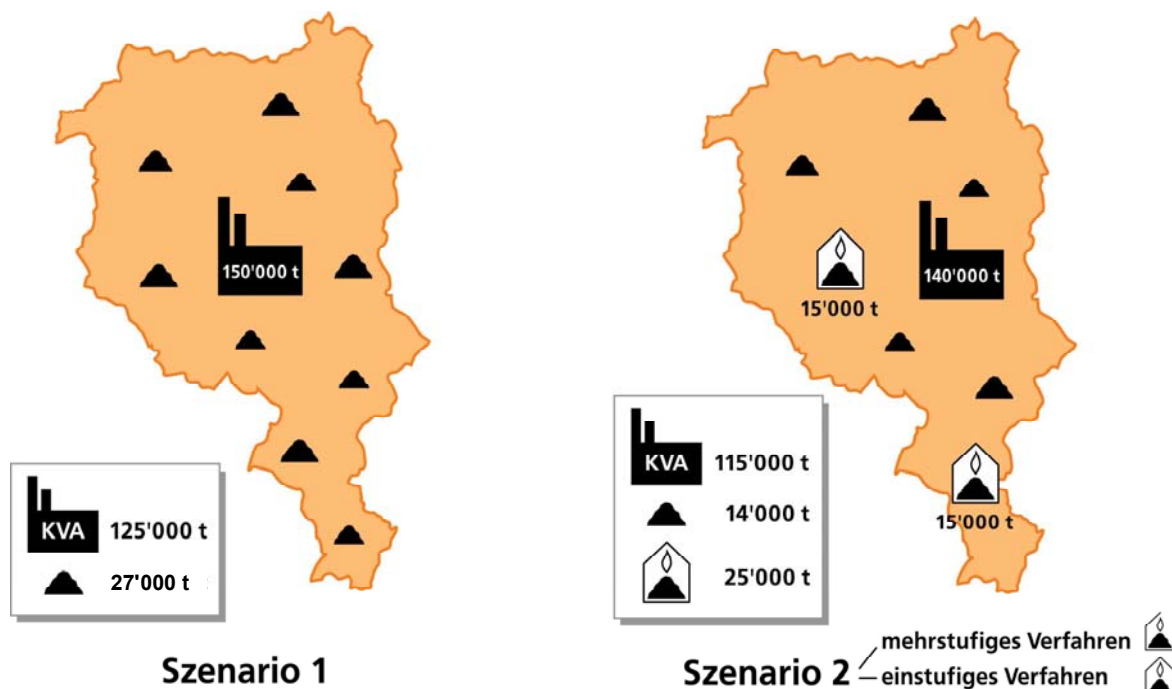
Als Abfallfraktionen werden der eingesammelte Kehricht und die biogenen Abfälle berücksichtigt. Als Teilfraktionen der biogenen Abfälle werden nur Grüngut (bzw. Gartenschnitt) und Küchenabfälle erfasst. Andere biogene Abfallfraktionen wie Papier, Karton, und Holz werden nicht berücksichtigt.

Um die Auswirkungen einer hypothetischen, grossangelegten Vergärung der organischen Abfälle im Kanton Tessin zu untersuchen, werden zwei Grundszenarien definiert und miteinander verglichen. Als Untersuchungsjahr für den Vergleich der ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der zwei Szenarien wird das Jahr 2010 ausgewählt. Als Basisjahr für die Realisierung der Neuinvestitionen (neue KVA, neue Vergärungsanlagen) wird das Jahr 2004 festgelegt.

SZENARIO 1: VERBRENNUNG UND KOMPOSTIERUNG

Das Szenario 1 stellt sozusagen den angepassten Status Quo dar, der auf Grund der zur Zeit geplanten KVA zu erwarten ist. In diesem Szenario wird der Kehricht (inklusive Küchenabfälle) in der KVA verbrannt, während das Grüngut weiterhin in offenen Anlagen kompostiert wird (vgl. Fig. 1).

Die dem Szenario 1 zugrunde gelegten Annahmen sind in der Tabelle 1 auf Seite 3 zusammengefasst.



Figur 1: Anlagen für die Beseitigung des Kehrichts und die Verwertung der biogenen Abfälle in den Szenarien 1 und 2; nur qualitative Beschreibung, keine genauen Standortangaben für die Kompostier- und Vergärungsanlagen

SCENARIO 2: VERBRENNUNG, VERGÄRUNG UND KOMPOSTIERUNG

Im Szenario 2 geht man davon aus, dass Grüngut zu einem guten Teil in Vergärungsanlagen verwertet wird. Die Bedeutung der offenen Kompostierung nimmt dementsprechend ab. Vergärt wird – neben dem Gartenschnitt – auch ein Teil der Küchenabfälle. Es wird also angenommen, dass ein Teil der Küchenabfälle nicht mehr in den Kehrichtsack geworfen wird, sondern separiert, gesammelt und den Vergärungsanlagen zugeführt wird (vgl. Fig. 1).

Je nach gewähltem Verfahren für die Vergärung lassen sich zwei Subszenarien unterscheiden:

- Szenario 2a: Im Szenario 2a wird angenommen, dass die Verwertung mit thermophiler, mehrstufiger Vergärung mit intensiver Vorrotte, überdeckter und anschliessend offener Kompostierung (RomOpur) erfolgt. Dieses Verfahren wird mit VO bezeichnet.
- Szenario 2b: Im Szenario 2b wird angenommen, dass die Verwertung mit voll geschlossener thermophiler, einstufiger Vergärung mit Nachrotte (Kompogas) erfolgt. Dieses Verfahren wird mit VN bezeichnet.

Die den Szenarien 2a und 2b zugrunde gelegten Annahmen sind in der Tabelle 1 auf Seite 3 zusammengefasst.

ÜBERSICHT ÜBER DIE ABFALLEMENGEN

Szenario 1 unterscheidet sich von Szenario 2a/2b im wesentlichen durch einen durchschnittlich höheren Anteil an brennbaren gemischten Abfällen, einen höheren Anteil an kompostierten biogenen Abfällen, das Nicht-Vorhandensein von Vergärungsanlagen und eine geringfügig höhere geplante maximale Kapazität der KVA:

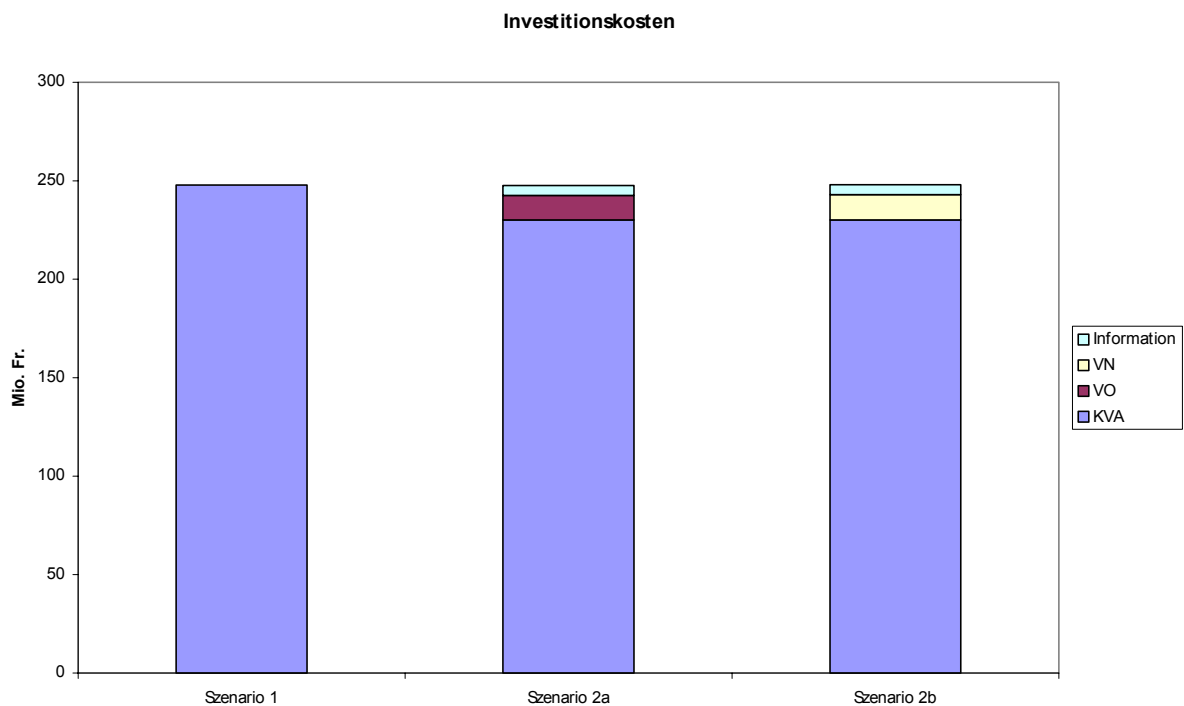
	Szenario 1		Szenarien 2a/2b	
	Durchschnitts- wert	Unsicherheits- bereich	Durchschnitts- wert	Unsicherheits- bereich
1. Kehrrichtanfall in kt/a	95	80-110	85	64-106
2. Sperrgut/Direktanlieferungen KVA in kt/a	30	25-35	30	25-35
3. Brennbare gemischte Abfälle in kt/a	125	ca. 105-145	115	ca. 90-140
4. Kompostierte biogene Abfälle in kt/a	27	24-30	14	7-21
5. Vergärte biogene Abfälle in kt/a	0	0	25	12-38
6. Total (brennbare gemischte und biogene Abfälle) in kt/a (3.+4.+5.)	152	ca. 130-175	152	ca. 130-175
7. Kapazität der KVA in kt/a	150	150	140	140
8. Auslastungsgrad der KVA in %, Jahresdurchschnitt (3./7.)	83	70-97	82	64-100
9. Kapazität der Vergärungsanlagen in kt/a	0	0	30	15-45
10. Auslastungsgrad der Vergärungsanlagen in % (5./9.)	---	---	82	80-85

Tabelle 1: Übersicht über die relevanten Abfallmengen und -entsorgungseinrichtungen pro Szenario

Geht man von einer Wohnbevölkerung von 305'000-330'000 Personen im Jahr 2010 aus, dann würde im Szenario 2a/2b die Pro-Kopf-Menge der kompostierten und vergärten biogenen Abfälle 88-154 kg/Einwohner betragen. Dies ist in Anbetracht der in anderen Schweizer Regionen separat gesammelten Grüngutmenge ein realistischer Wert.

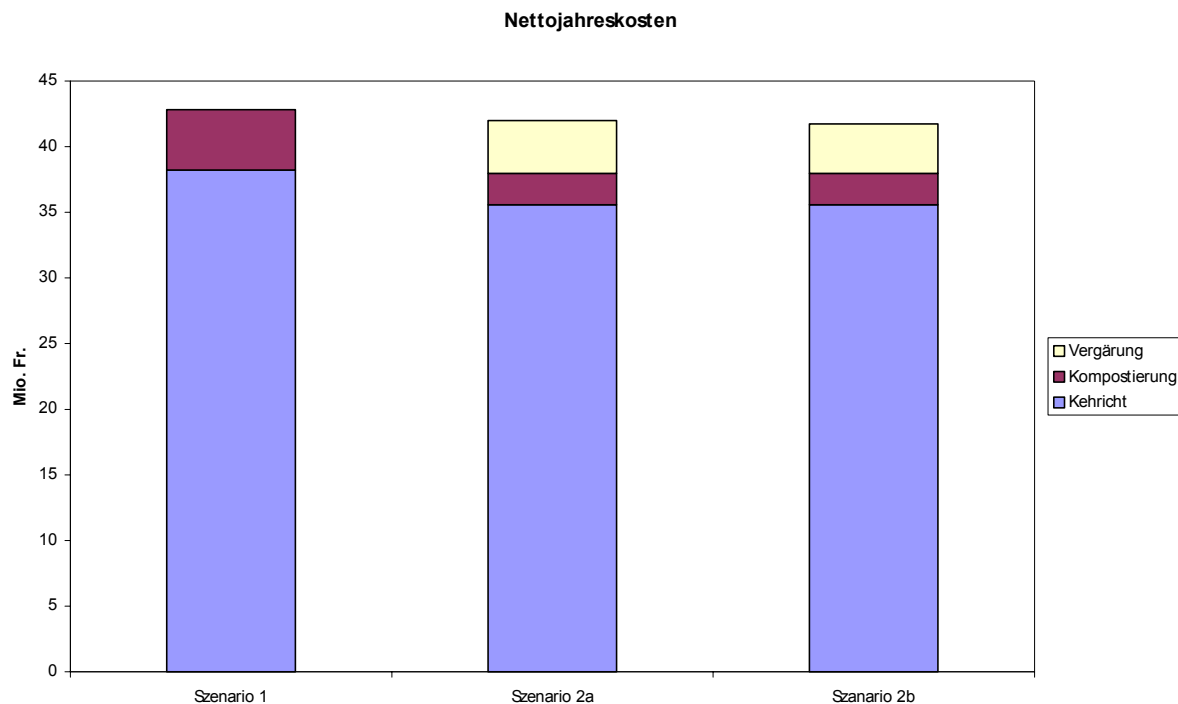
KOSTEN

In den folgenden Abbildungen (Fig. 2 und Fig. 3) sind die Kosten der verschiedenen Szenarien zusammengefasst:



Figur 2: Investitionskosten pro Szenario

Bei den Investitionen ist der Grossteil der Kosten durch die KVA verursacht. In den Szenarien 2a und 2b sind die Investitionskosten für die KVA etwas niedriger, weil die KVA eine leicht niedrigere Kapazität aufweist. Dafür fallen in diesen Szenarien gewisse Kosten für den Bau der Vergärungsanlagen sowie einmalige Kosten für die Information und Sensibilisierung der Bevölkerung zur Möglichkeit der Verwertung der organischen Abfälle durch Vergärung an. Insgesamt ergeben sich für alle drei Szenarien praktisch gleiche Investitionskosten. Szenario 2a (VO) liefert mit totalen Investitionskosten von 247.6 Mio. Fr. das tiefste Ergebnis, Szenario 1 (keine Vergärung) bzw. Szenario 2b (VN) liegen mit Investitionskosten in Höhe von 247.8 Mio. Fr. bzw. 248 Mio. Fr. nur minimal über dem Szenario 2a.



Figur 3: Nettojahreskosten pro Szenario

Die Nettojahreskosten umfassen die Fixkosten und die variablen Kosten der jeweiligen Anlagen (KVA, Kompostieranlage, Vergärungsanlage), die Erträge aus dem Energieverkauf sowie die Sammlung- und Transportkosten der jeweiligen Abfallfraktionen. Allfällige Erträge aus dem Kompostverkauf werden nicht berücksichtigt. Bei den Nettojahreskosten schneiden die Szenarien mit Vergärung leicht besser ab: Die Kosten für den Betrieb der Vergärungsanlagen werden durch die höheren Kosten für die Kehrichtbeseitigung und Kompostierung im Szenario 1 (über-)kompensiert. Hier erweist sich das Szenario 2b (VN) mit 41.73 Mio. Fr. als die kostengünstigste Variante, gefolgt vom Szenario 2a (VO) mit 41.98 Mio. Fr. und dem Szenario 1 (keine Vergärung) mit 42.82 Mio. Fr.

CO₂-EMISSIONEN

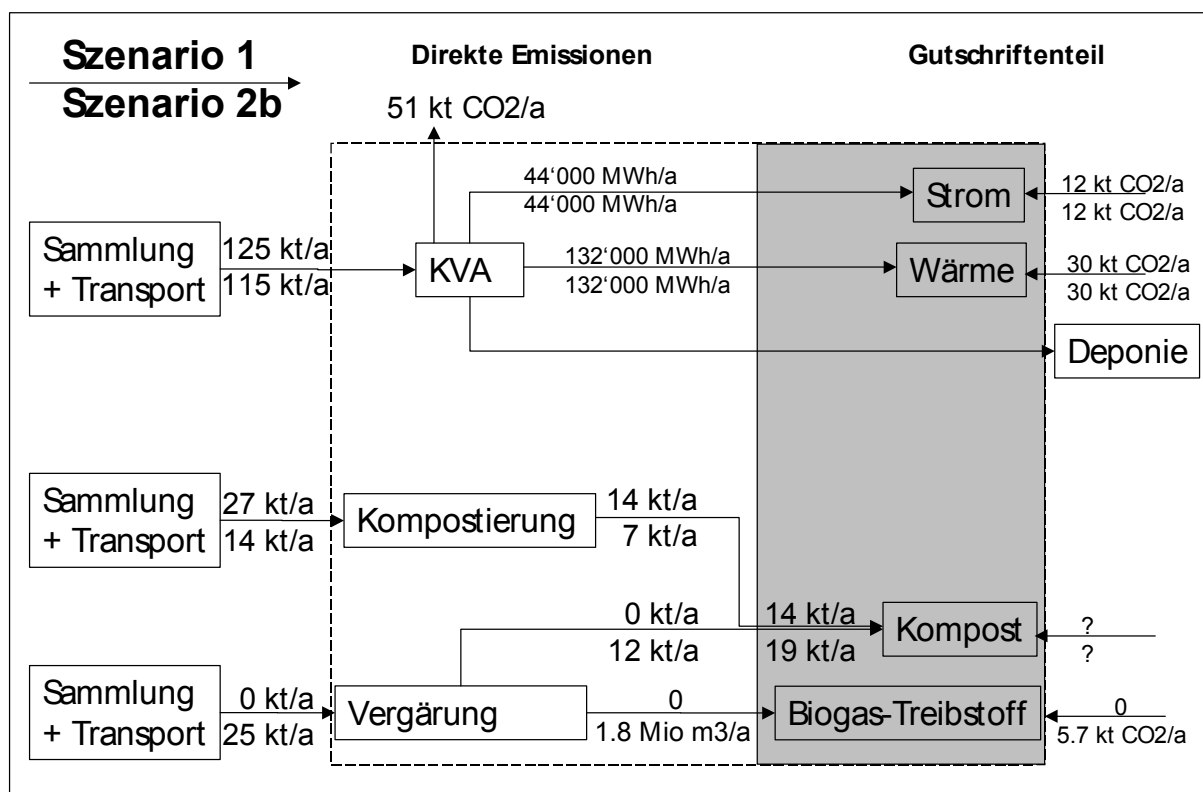
Neben den Kosten werden in der Studie die Klimaauswirkungen der verschiedenen Entsorgungsmöglichkeiten beleuchtet. Im Lichte der aktuellen Bedeutung der Klimaproblematik ist die Auswahl dieser Umweltauswirkung als Beispielsgrösse gerechtfertigt.

Als klimawirksam werden nur die Emissionen betrachtet, welche aus nicht erneuerbaren (also vor allem fossilen) Quellen entstehen. CO₂-Emissionen aus biogenen Quellen werden nicht berücksichtigt, da sie das CO₂ beim Wachstum erst binden, bevor sie es wieder an die Atmosphäre frei-

geben. Die bei Sammlung und Transport anfallenden CO₂-Emissionen werden nicht berücksichtigt, da sie ausserhalb der Systemgrenzen liegen.

Zuerst werden die direkten CO₂-Emissionen berechnet. Für die Produkte aus den verschiedenen Prozessen (KVA, Vergärungs- und Kompostieranlage) werden Gutschriften von diesen CO₂-Emissionen abgezogen. Diese Gutschriften rechnen sich nach den durch die Substitution eingesparten CO₂-Mengen. Bei den direkten Emissionen der KVA wird nur der fossile Anteil berechnet. Dieser beträgt bei einer mittleren Abfallzusammensetzung etwa 50% des gesamthaft emittierten CO₂. Bei der Kompostierung ist die Quantifizierung der Substitutionsleistung im Rahmen dieser Studie nicht möglich, da die Emissionen bei der Herstellung von gleichwertigem Mineraldünger nicht bekannt sind. Ebenfalls wurden die erheblichen Methan-Emissionen, die bei der Kompostierung entstehen, in der Studie nicht berücksichtigt.

In der folgenden Fig. 4 sind die beiden Szenarien 1 und 2b verglichen und schematisch dargestellt.¹⁾ Die Werte oberhalb der Pfeile stehen für das Szenario 1, die Werte unterhalb für das Szenario 2b.



Figur 4: Vergleich der Szenarien 1 und 2b mit Bezug auf CO₂-Emissionen; die gestrichelte Linie gibt die Systemgrenze an

Bei diesem Vergleich schneidet das Szenario 2b (VN) aus zwei Gründen besser ab: Zum einen verschafft die Produktion von Biogas-Treibstoff dem Szenario 2b einen Vorsprung an eingesparten CO₂-Emissionen von 5'700 t/a. Zum anderen wird im Szenario 2b gesamthaft mehr Kompost produziert (5'500 t/a mehr). Obwohl die CO₂-Einsparung durch die Kompostproduktion nicht quantifiziert werden konnte, ergeben sich hier ebenfalls Vorteile für das Szenario 2b. In keinem der untersuchten Bereiche entsteht durch das Szenario 2b eine Verschlechterung der Situation.

1) Das Szenario 2a wird der Einfachheit halber nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse sollten aber vergleichbar mit denjenigen von Szenario 2b sein.

Es ist zu beachten, dass die in Fig. 4 angegebenen KVA-Gutschriften Mittelwerte sind: Je nachdem, welche Energieträger (UCPTE-Strom oder CH-Strommix bzw. Heizöl oder Erdgas als Wärmeträger) substituiert werden, entstehen verschiedene Gesamtemissionen. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Ergebnisse, da die KVA-Gutschriften für beide Szenarien gleich sind.

FAZIT

Die ökonomische Betrachtung zeigt, dass sich die Investitionskosten und Nettojahreskosten der verschiedenen Szenarien kaum unterscheiden. Bei den Investitionskosten liefert Szenario 2a "Vergärung mit offener Kompostierung" (VO) das tiefste Ergebnis, Szenario 1 (keine Vergärung) bzw. Szenario 2b "Vergärung mit Nachrotte" (VN) liegen aber nur minimal über dem Szenario 2a. Bei den Nettojahreskosten erweist sich das Szenario 2b als die kostengünstigste Variante, gefolgt vom Szenario 2a und dem Szenario 1. Auch hier sind die Unterschiede zwischen den Szenarien sehr klein.

Die ökologische Betrachtung vergleicht die Szenarien 1 und 2b miteinander. Hier besticht das Szenario 2b durch eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen (rund 5'700 t/a) und eine gesamthaft höhere Kompostproduktion (>5'500 t/a).

Als Fazit lässt sich daher feststellen, dass sich mittels vermehrter Vergärung deutliche ökologische Nutzen bei etwa gleichen Kosten erzielen lassen.

PRESSEKONFERENZ

Die gewonnenen Erkenntnisse wurden im Rahmen einer nationalen Medienkonferenz am 19. September 2001 in Bern der Öffentlichkeit vorgestellt.

Nationale Zusammenarbeit

Im Rahmen der Studie wurde mit verschiedenen Experten aus der Privatwirtschaft und der öffentlichen Verwaltung (Kanton Tessin) zusammengearbeitet. Insbesondere wurden die erhobenen Daten und die getroffenen Annahmen in verschiedenen Gesprächen diskutiert und validiert. Namentlich wurde mit folgenden Institutionen zusammengearbeitet:

1. Büro für Reinigungsanlagen und Abfälle, Sektion Luftreinhaltung und Gewässerschutz, Departement für Raumentwicklung des Kantons Tessin
2. arbi – Arbeitsgemeinschaft Bioenergie, Maschwanden
3. BETEC Bioenergie AG (RomOpur-Anlagen)
4. Kompogas AG

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die am Anfang der Studie festgelegten Ziele wurden erreicht. Die ökonomischen und die klimawirksamen Auswirkungen einer (hypothetischen) verbreiteten Verwertung der kompostierbaren Abfälle durch Vergärung auf die Abfallwirtschaft des Kantons Tessin konnten abgeschätzt werden. Die Kommunikation der Ergebnisse an der interessierten Öffentlichkeit über die Pressekonferenz löste ein starkes Echo aus und kann als grosser Erfolg bewertet werden.

Als ungeplanter Erfolg ist auch das durch die Studie ausgelöste Interesse an der Option Vergärung bei den zuständigen Behörden des Kantons Tessin zu erwähnen. Die Tessiner Verwaltung plant nun im Laufe der ersten Monate des Jahres 2002, die Möglichkeit der Einführung der Vergärung im Kanton Tessin konkret zu überprüfen.