

Nutzwertanalyse Speisereste

K. Schleiss, H. Engeli



Technischer Bericht

Aus dem Inhalt

In der Schweiz fallen pro Jahr rund 300'000 Tonnen Speiseabfälle aus Gaststätten und Kollektivküchen an. Welche Behandlung, welcher Verwertungsweg unter welchen Bedingungen am nachhaltigsten ist, zeigt diese Nutzwertanalyse auf. Sie dient als Grundlage für kantonale Empfehlungen.

IMPRESSUM

Autoren

Hans Engeli, Dipl. Natw. ETH

engeli engineering
Hohmatrainstr. 1
8173 Neerach
e-mail: engeli@compuserve.com

K. Schleiss, Dr. Dipl. Ing. Agr. ETH

Umwelt und Kompostberatung
Weinbergstr. 49
2540 Grenchen
e-mail: k.schleiss@bluewin.ch

Begleitgruppe

Dr. Elmar Kuhn, AWEL, Abfallwirtschaft

Rolf Wagner, AWEL, Abfallwirtschaft

Jürg Mühlemann, AWEL, Abfallwirtschaft und Betriebe

Dr. Markus Koch, AWEL, Abwassereinigungsanlagen

Franz-Günter Kari, ERZ, Entsorgung und Recycling Zürich

Auftraggeber

Abfall-Fachstellen der Kantone: AFU St. Gallen, AFU Thurgau und AWEL Zürich

ERZ, Entsorgung und Recycling Zürich

Kurzfassung

Begriff Speiseabfälle

Unter Speiseabfällen versteht man alle Reste von dem, was den Menschen als Nahrung gedient hat, bzw. bei der Herstellung menschlicher Nahrung anfällt. In dieser Untersuchung beschränken wir uns auf die Mengen aus Gastronomie und Grossküchen und auf Mengen, die mehrheitlich frei von unerwünschten Stoffen wie Plastik, Metall, Glas und ähnlichem sind. Mit einem durchschnittlichen Trockensubstanz-Gehalt von 18% handelt es sich in den meisten Fällen um eine dickflüssige Masse. Speiseabfälle sind leicht verderblich und werden daher in dichten Gebinden gelagert, gesammelt und transportiert.

Herkunft der Speiseabfälle

Rund zur einen Hälfte stammen die hier betrachteten Speiseabfälle aus den Küchen von Hotels und Restaurants. Die andere Hälfte stammt aus den Grossküchen von Heimen, Kasernen, Spitälern, und Kantinen.

Sammlung und Transport

Die Speiseabfälle werden in den Betrieben zumeist in Alu- oder Kunststoffkannen oder Containern gesammelt, gelagert (für die Verfütterung gekühlt) und dann von den Entsorgungsunternehmern in regelmässigen Abständen per Kleinlastwagen abgeholt. Die Sammelgefässe werden meist vom Abnehmer gestellt und bei der Abholung mit gereinigten ausgetauscht. In einigen wenigen grösseren Betrieben werden die Speiseabfälle auch in Tankanlagen gesammelt und mit Saugfahrzeugen abgeholt.

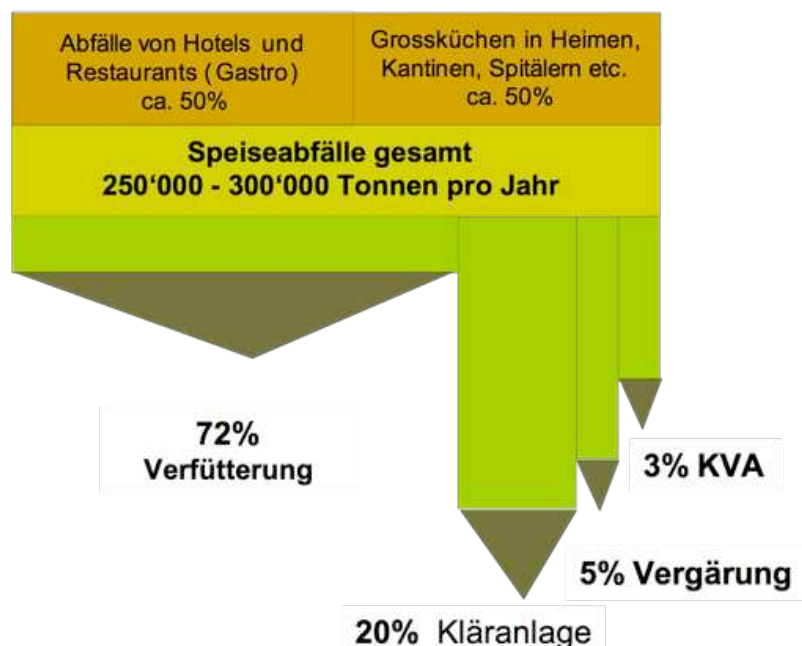
Da es sich häufig um kleine Betriebe handelt, sind auch die wöchentlich anfallenden Mengen pro Betrieb recht klein. Dennoch müssen sie regelmässig eingesammelt werden, da sie sonst verderben. Insbesondere weil viele dezentrale Betriebe angefahren werden müssen, muss für eine kleine Sammelmenge ein grosser logistischer Aufwand betrieben werden,

Ziel

Die Nutzwertanalyse Speiseabfälle vergleicht und bewertet die verschiedenen Möglichkeiten des Umgangs mit Speiseabfällen, um herauszufinden, welches Verfahren gesamthaft betrachtet, unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten am sinnvollsten ist.

Mengenschätzung

Für Speiseabfälle besteht in der Schweiz keine Mengenstatistik. Darum existieren keine gesicherten Zahlen. Es gibt jedoch verschiedene Schätzungen, die alle eine ungefähre jährliche Gesamtmenge zwischen 250'000 und 300'000 Tonnen Speiseabfälle angeben. Etwa die Hälfte davon dürfte aus der Restauration (Hotels, Restaurants) kommen, der Rest stammt aus den Grossküchen von Heimen, Spitälern und Kasernen.



Figur 1: Herkunft der Speiseabfälle und ihre Verwertung

Verarbeitungswege

Schätzungsweise über 70% der Speiseabfälle werden heute in der Schweinemast verfüttert. Rund ein Fünftel wird über die Kläranlage entsorgt und der kleine Rest verteilt sich auf die Kehrlichtverbrennung und die Vergärung.

Bisher funktionierte die Verfütterung so, dass die Speiseabfälle in den Betrieben gesammelt, gekühlt gelagert und dann von lokalen Schweinemastbetrieben oder Entsorgungsunternehmen abgeholt, hygienisiert und verfüttert wurden. Um Speiseabfälle für die Verfütterung annehmen und verarbeiten zu können, ist eine Bewilligung der Futterküche durch das kantonale Veterinäramt erforderlich.

Verfütterung vor dem Aus?

Per Verordnung vom 1. November 2002 wurde die Verfütterung von Speiseabfällen aufgrund des Seuchenrisikos (Schweinepest, Maul- und Klauenseuche) im ganzen EU-Raum verboten. Einige Staaten haben sich eine Übergangsfrist bis zum 1. November 2006 ausbedungen. Spätestens dann besteht für die Schweiz Handlungsbedarf, wenn sie im freien Warenverkehr bestehen will. Daher ist es wahrscheinlich, dass die Schweiz auch bald mit der EU gleichziehen wird, um nicht ein allfälliges Exportverbot von Schweizer Fleisch in die EU zu riskieren.

Die Alternativen

Zur Verfütterung existieren drei alternative Verfahren: Die direkte Vergärung und die Kompaktierung mit oder ohne Presswasser-Verdampfung, bei der die gepressten Reststoffe entweder vergärt oder via Kehrlicht in der KVA verbrannt werden können.

Auch für die Vergärung müssen die Speiseabfälle in den Betrieben gesammelt, jedoch nicht gekühlt werden. Sie werden dann von spezialisierten Unternehmungen abgeholt, je nach Vergärungsmethode noch hygienisiert und dann zu erneuerbarer Energie in Form von Biogas vergärt. Die Vergärung kommt der bisherigen Lösung mit Sammlung und Transport am nächsten. Die Hygienisierung ist für kleine Abnehmerbetriebe jedoch oft zu aufwändig und unrentabel.

Beim Kompaktieren fallen die Transportwege zum grossen Teil weg. Das nötige Gerät wird direkt in den Betrieb eingebaut. Es trennt die Speiseabfälle in feste und flüssige Anteile. Die festen Teile gelangen in den Kehrlicht, das Presswasser wird entweder in die Kläranlage geleitet oder verdampft. Bei der Ableitung in die Kanalisation entsteht eine hohe Belastung der Kläranlage; die Verdampfung hingegen braucht sehr viel Energie.

Wie ist die Nutzwertanalyse aufgebaut?

Insgesamt gibt es also vier verschiedene Verfahren: Die Verfütterung, die Vergärung und die Kompaktierung mit und ohne Verdampfung. Diese werden in der Nutzwertanalyse (NWA) unter den drei Gesichtspunkten Ökonomie, Ökologie und Soziales betrachtet und verglichen. Um die Resultate der Gesichtspunkte untereinander vergleichen zu können, wurde ein Benotungssystem von 1-10 (1=tiefster, 10=höchster Wert) eingeführt. So ergibt sich für jedes Verfahren eine Note pro Gesichtspunkt, die dann summiert die Endnote ergeben.

Unter dem Stichwort Ökonomie werden die Verfahren auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht, d.h. Kosten von Bereitstellung über Transport bis hin zur Entsorgung verglichen und allfällige Erträge wie Futter- oder Düngersatzwert angerechnet.

Unter Ökologie wird die Umweltbelastung der Verfahren in Bezug auf Transport, Energieverbrauch oder Belastung der Kläranlagen verglichen. Auch ökologische Gutschriften wie Energieerträge oder Futterersatz werden in die Notengebung einbezogen.

Bei der sozialen Betrachtung wird versucht, zu beurteilen, welches Risiko von den Verfahren für die Gesellschaft aus geht, wie gut oder schlecht ihr Image und ihre Akzeptanz ist und ob sie resistent sind gegenüber Strukturwandel.

Resultate und Begründung

		Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer
Note Ökonomie	von 1-10	8	6.5	3	6
Note Ökologie	von 1-10	9	6	4	5
Note Soziales	von 1-10	3.75	8	7	7
Gesamtnote		20.75	20.5	14	18

Ökonomisch gesehen schneidet die Verfütterung am besten ab, weil sie teures Futter ersetzen kann. Die Vergärung liegt in der Bewertung direkt hinter der Verfütterung. Die Kompaktorvarianten schneiden infolge der hohen Investitions-, Entsorgungs- und Energiekosten am schlechtesten ab. Auch ökologisch scheint die Verfütterung am sinnvollsten, da sie im Vergleich zur Vergärung zusätzlich zum Düngerwert einen weiteren ökologischen Vorteil in Form des Futterwertes aufweist, den die Vergärung nicht bieten kann.

Die Kompaktoren schneiden in der ökologischen Betrachtung am schlechtesten ab, weil hoch belastete Abwasserströme die Kanalisation und die Kläranlage stark belasten und einen hohen Energieverbrauch erfordern.

Unter dem sozialen Gesichtspunkt ist die Vergärung die Gewinnerin, weil sie im Vergleich zur Verfütterung aus seuchenhygienischen Gründen mit weniger Risiko behaftet ist und aufgrund der Gewinnung von erneuerbarer Energie in Form von Biogas eine gute Akzeptanz der Öffentlichkeit genießt.

Vorbehältlich der oben erwähnten Einschränkungen betreffend die Seuchenhygiene schneidet unter den heute gültigen Bedingungen die Verfütterung knapp vor der Vergärung in der Gesamtbewertung am besten ab.

Schlussfolgerung und Ausblick

Die Resultate der Nutzwertanalyse bestätigen den Ist-Zustand: In der Nutzwertanalyse schneidet die Verfütterung, die bisher den Hauptteil der Speiseabfallverwertung ausmachte, am besten ab und scheint auch für die Zukunft als sinnvolle Lösung dazustehen.

Bis zu einem allfälligen Verbot bedingt durch ein nicht mehr akzeptables Seuchenrisiko, dem Auftreten von Akzeptanzproblemen oder ethischen Bedenken, werden Speiseabfälle weiterhin verfüttert werden.

Tritt das Verbot tatsächlich ein, ist die Lage grundsätzlich neu zu beurteilen, da viele Faktoren einem stetigen Wandel unterworfen sind (Futtermittelkosten, Energiekosten, Risikowahrnehmung, Transportkosten, Ethik).

Der Trend zur Vergärung wird sich auch ohne Verbot weiter fortsetzen, insbesondere weil weitere Anlagen gebaut werden und damit auch neue Logistikkonzepte für Grossküchen eingeführt werden können.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	7
1.1	Problemstellung.....	7
1.2	Aufgabenstellung.....	7
2	Situationsanalyse.....	7
2.1	Struktur der Hotel- und Restaurantbetriebe in der Schweiz.....	8
2.2	Bestehende Logistik und Sammlung	8
2.3	Mengenabschätzungen	9
2.4	Diskussion zur Situationsanalyse	10
3	Darstellung der betrachteten Varianten.....	11
3.1	Verfüttern in der Schweinemast.....	11
3.2	Die drei Vergärungsvarianten in der Nutzwertanalyse.....	12
3.3	Kompaktieren mit Einleiten des Presswassers in die Kanalisation.....	15
3.4	Kompaktieren mit Verdampfung des Presswassers	15
4	Grundlagen der Nutzwertanalyse.....	16
4.1	Anwendungsbereiche einer Nutzwertanalyse (NWA)	16
4.2	Oekonomische Betrachtung	16
4.3	Oekologische Betrachtung	17
4.4	Soziale Betrachtung	17
5	Berechnung der Nutzwerte	18
5.1	Erklärung der Benotung.....	18
5.2	Ergebnisse der Benotung	18
6	Diskussion der Resultate	19
6.1	Unsicherheiten und Stabilität der Aussagen (Sensitivitäten)	20
7	Quellen und Literatur	20

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

In Hotel- und Restaurants sowie weiteren Gastronomiebetrieben und Kollektiv-Küchen (Heime, Spitäler, Betriebsverpflegung), nachfolgend Gastrobereich genannt, fallen aus der Küche Rüst- und von den Resten Speiseabfälle an. Sie werden heute zu einem grossen Teil als Schweinefutter verwertet. Hierbei eröffnen sich nun zwei Problemfelder:

- Verschiedene Anbieter möchten den Gastrobereich mit Separatoren/Kompaktoren ausrüsten. Damit würden die gekühlte Lagerung und die Entsorgungskosten für die Speiseabfälle entfallen. Falls die Flüssigfraktion aus der Fest- / Flüssigtrennung in die Kanalisation abgeleitet wird, führt das zur Belastung der ARA mit organisch hoch belastetem Presswasser;
- Der Weg der Verfütterung ist langfristig unsicher: Politisch hat die EU ein Verfütterungsverbot erlassen, was die Schweiz in einen Zugzwang bringt. Weiter steigen die Hygienrisiken bei offenem Grenzverkehr und vielfältigem Gastro-Angebot mit exotischer Herkunft der Esswaren. Diese Situation macht die Evaluation von weiteren Entsorgungswegen erforderlich.

Als Auslöser für diese Arbeit ist Art. 10 der Gewässerschutzverordnung² massgebend: Es ist verboten, feste und flüssige Abfälle mit dem Abwasser zu entsorgen, ausser wenn dies für die Behandlung des Abwassers zweckmässig ist.

1.2 Aufgabenstellung

Im Rahmen einer Nutzwertanalyse sollen verschiedene Verwertungs- und Entsorgungswege für Speiseabfälle hinsichtlich technischer Machbarkeit sowie energetischer, ökologischer, wirtschaftlicher und seuchenhygienischer Aspekte verglichen werden, mit dem Ziel, Grundlagen für die Ausarbeitung von Empfehlungen zu erhalten.

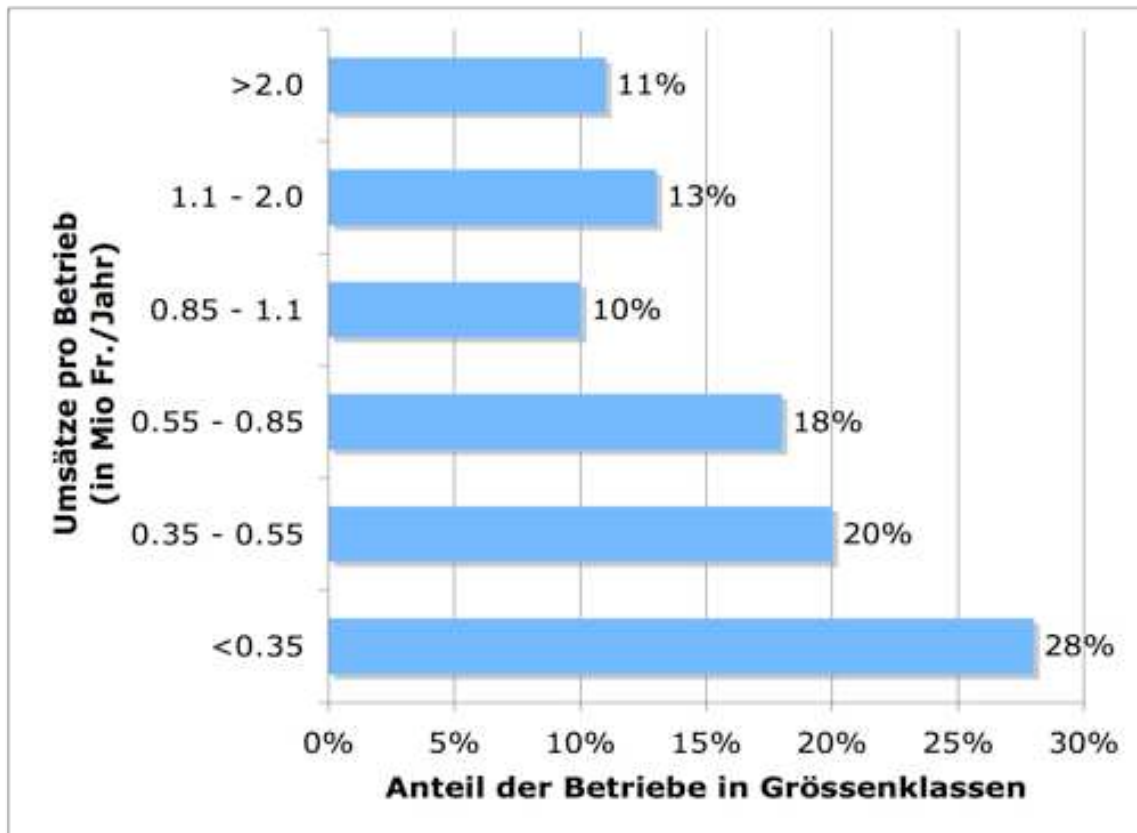
In der vorliegenden Nutzwertanalyse werden folgende Varianten untersucht:

- Verfütterung
- Kompaktoren
 - a. ohne Verdampfung des Abwassers
 - b. mit Verdampfung des Abwassers
- Vergärung ohne/mit Vorbehandlung durch Kompaktoren
 - a. Co-Vergärung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen
 - b. Vergärung in industriellen Vergärungsanlagen (KOMPOGAS, rom-OPUR etc.)
 - c. Co-Vergärung in den Faultürmen von Kläranlagen

2 Situationsanalyse

Die zu verwertenden oder entsorgenden Speiseabfälle stammen aus Hotels und Restaurants, aber auch zu einem bedeutenden Teil aus Grossküchen von Kantinen, Heimen, Spitälern und Kasernen. Die folgende Strukturanalyse bezieht sich jedoch ausschliesslich auf den Teil Hotels und Restaurants.

2.1 Struktur der Hotel- und Restaurantbetriebe in der Schweiz



Figur 2: Prozentuale Verteilung der Gaststätten nach Umsatz in Franken

Rund zwei Drittel der Schweizer Gastrobetriebe erreichen weniger als 850'000 Franken Umsatz (Figur 2) im Jahr und können somit als Kleinbetriebe betrachtet werden. Die ausgezahlten Lohnsummen liegen gemäss GastroSuisse-Statistik bei diesen zwei Dritteln bei maximal 250'000 Franken, was einer Belegschaft von maximal 5 Mitarbeitenden entspricht. Nur gerade elf Prozent der Betriebe machen mehr als 2 Millionen Franken Umsatz pro Jahr.¹

2.2 Bestehende Logistik und Sammlung

Zurzeit funktioniert die Sammlung folgendermassen: Die Speiseabfälle werden in den Restaurationsbetrieben zumeist in Alu- oder Kunststoffkannen oder Containern gesammelt, gekühlt gelagert und dann von den Entsorgungsunternehmen in regelmässigen Abständen abgeholt. Die Sammelgefässe werden meist vom Abholunternehmer gestellt und bei der Abholung durch gereinigte ersetzt.

Die Reinigung der Gefässe vor Ort hat sich nicht bewährt und als zu schwierig heraus gestellt. Die meisten Betriebe verwenden Alu- oder Plastikbehälter. Der Transport erfolgt überwiegend auf Lieferwagen mit offener Ladebrücke, d.h. die Sammelgefässe in den Gaststätten werden nicht in einen grösseren Behälter umgeleert, sondern einzeln abgeholt und durch gereinigte ausgetauscht. In einigen wenigen, grösseren Betrieben werden die Speiseabfälle in speziellen Tankanlagen gesammelt, welche durch Saugfahrzeuge entleert werden.

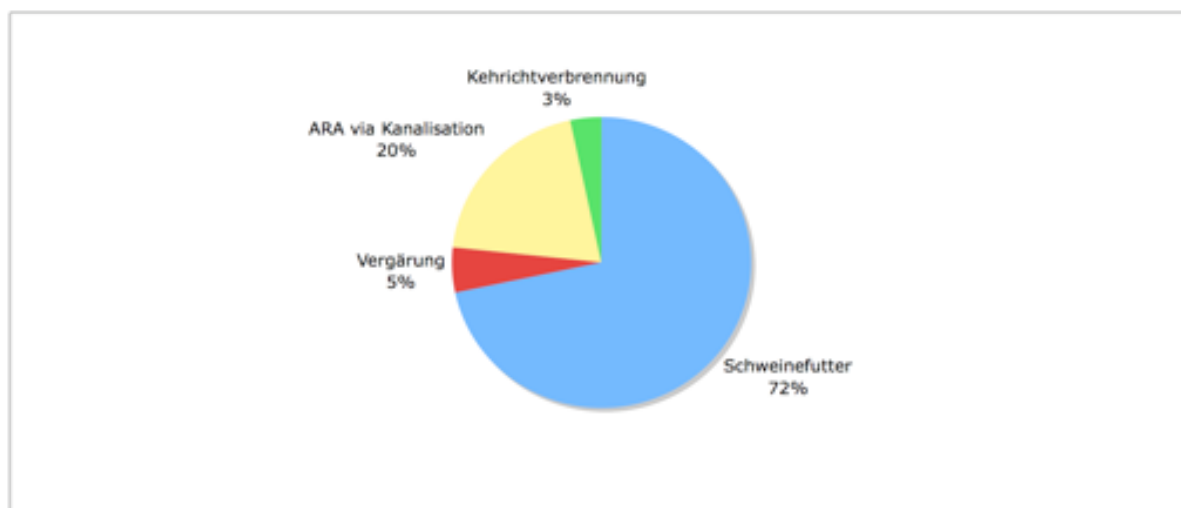
2.3 Mengenabschätzungen

Da für Speiseabfälle noch keine Mengenerhebungspflicht und folglich keine Mengestatistik besteht, muss auf verschiedene Schätzungen abgestützt werden:

W. Humbel, Stetten, Inhaber der gleichnamigen Firma, einer der grössten Entsorger und Verwerter von Speiseabfällen, geht von einer Gesamtmenge von 300'000 Tonnen Speiseabfällen pro Jahr aus. Rund 220'000 Tonnen davon werden an Tiere verfüttert, die restliche Menge wird der Kehrichtverbrennung oder Vergärung zugeführt. Rund die Hälfte dieser Abfallmenge stammt aus Restaurantsbetrieben, die andere Hälfte aus Heimen, Kasernen, Spitälern und ähnlichen Institutionen.

Hans Peyer vom Verband GastroSuisse schätzt ebenfalls eine Gesamtmenge von 300'000 Tonnen pro Jahr, jedoch rechnet er nur einen Drittel davon den Gaststätten zu, der Rest kommt aus Grossküchen von Heimen, Spitälern und der Personalgastronomie. Die Gesamtmenge der Speiseabfälle, die an Schweine verfüttert wird, entspricht dem Futterwert von rund 44'000 Tonnen Getreide!^{3, 4}

Ein weiterer für Hochrechnungen verwendeter Wert ist der spezifische Anfall an Speiseabfällen pro Mahlzeit von rund 170 Gramm (E.Waldner). Im Vergleich dazu werden im Bericht zur Abfallplanung Graubünden (1997¹²) durchschnittlich 250 g "Schweinefutter" pro Mahlzeit genannt. Der Jahresumsatz der Schweizer Gastronomie beläuft sich auf rund 15,5 Milliarden Franken⁵, was bei einem durchschnittlichen Menüpreis von etwa 15 Franken etwa eine Milliarde servierter Menüs ergibt. Dies ergäbe somit eine Menge von 170'000 Tonnen Speiseabfälle aus der Restauration und eine Gesamtmenge von 340'000 Tonnen, wenn man davon ausgeht, dass die Hälfte der Speisereste aus der Gastrobranche stammt. Stützt man bei der Mengenabschätzung auf die Bündner Zahlen ab, so erhält man eine Gesamtmenge von 250'000 Tonnen pro Jahr. Das Bundesamt für Veterinärwesen nennt im BVET Magazin 1/04 eine Menge von 200'000 Tonnen pro Jahr.⁶ Die Verfasser der Nutzwertanalyse gehen von einer jährlichen Gesamtmenge zwischen 250'000- und 300'000 Tonnen aus.



Figur 3: Anteile nach Verwertungspfaden

Unabhängig von der Gesamtmenge präsentiert sich die Verteilung der Mengen nach Verfahren folgendermassen (Schätzung der Verfasser): Fast drei Viertel, nämlich 72% der Speiseabfälle werden an Schweine verfüttert, 20% werden über die ARA via Kanalisation entsorgt, 3% werden verbrannt und rund 5% werden in Vergärungsanlagen verarbeitet.

Wichtig ist, sich vor Augen zu halten, dass die besagten Speiseabfälle nur gerade einen Trockensubstanz-Anteil von durchschnittlich 18% aufweisen, es handelt sich also um in der Tendenz flüssige Reststoffe. Nimmt man eine Jahresmenge von 300'000 Tonnen an, ergibt dies ungefähr 54'000 Tonnen Trockensubstanz, was rund einem Viertel der aus der Abwassereinigung anfallenden Trockensubstanz aus dem Klärschlamm (nach der Faulung) von 200'000 Tonnen entspricht.⁷

2.4 Diskussion zur Situationsanalyse

In der gegenwärtigen Situation, in der über 70% der Speisereste verfüttert werden, stellen sich vor allem zwei Probleme: Das eine ist logistischer, das andere politischer bzw. seuchenhygienischer Natur.

- Das logistische Problem besteht darin, dass die in Kleinbetrieben anfallenden Tagesmengen sehr klein sind. Die täglichen Entsorgungskosten für Speiseabfälle dürften in etwa dem Verkaufspreis eines Menüs entsprechen, was sehr wenig ist, wenn man von etwa 250 servierten Menüs pro Tag in einem durchschnittlichen Kleinbetrieb ausgeht.

Pro Woche fallen in einem durchschnittlichen Kleinbetrieb schätzungsweise etwa 200 kg Speiseabfälle an, die normalerweise wöchentlich eingesammelt werden. Nach einem Preisbeispiel der Firma Humbel, Stetten, kostet die Sammlung und Entsorgung etwa 40 Franken pro Woche⁸. Die Menge pro Betrieb ist also sehr klein, aber die Zahl der Betriebe hoch und ihre Verteilung äusserst weiträumig, d.h. der logistische Aufwand (Fahrstrecke, Zeit) ist bei einer zentralisierten Sammlung im Vergleich zum mengenmässigen Ertrag sehr hoch.

- Das zweite Problem besteht darin, dass unklar ist, ob die Verfütterung von Speiseabfällen in der Schweiz in Zukunft überhaupt noch fortgesetzt werden kann. EU-weit ist sie nämlich aus seuchenhygienischen Gründen (Schweinepest, Maul- und Klauenseuche) schon seit dem 1. November 2002 per Verordnung verboten, wobei sich einige Länder, vor allem Deutschland und Oesterreich, eine Uebergangsfrist ausbedungen hatten, die aber voraussichtlich am 1. November 2006 auslaufen wird. Spätestens ab diesem Zeitpunkt wird die Schweiz innerhalb von Europa das einzige Land sein, in dem die Verfütterung noch erlaubt ist.

Dies könnte die Fleischexportbranche in Schwierigkeiten bringen, da Schweizer Fleisch demnach vom seuchenhygienischen Standpunkt aus gesehen weniger "sicher" ist. Im schlimmsten Fall könnten die EU-Länder ein Importverbot für Schweizer Fleisch und Vieh erlassen. Darum erscheint es relativ wahrscheinlich, dass die Verfütterung von Speiseabfällen auch in der Schweiz in absehbarer Zeit untersagt werden wird, erst recht, falls in der Schweiz selbst eine Seuche ausbrechen würde. Es ist auch denkbar, dass die Lebensmittelbranche aufgrund des Seuchenrisikos freiwillige Restriktionen einführt.

Aus oben genannten Gründen und damit die Entsorgungssicherheit gewährleistet ist, sind neue bzw. alternative Wege für die Verwertung von Speiseabfällen gefragt. Die überwiegende Anzahl der Gastrobetriebe ist jedoch wie erwähnt klein und eher als finanzschwach einzustufen. Diese haben häufig kostengünstige Lösungen mit lokalen Landwirten bzw. Schweinemästern gefunden und werden nur schwer für Investitionen in neue, teurere und aufwändige Verfahren zu begeistern sein. Angesichts der geringen anfallenden Mengen macht dies auch nur bedingt Sinn. Grossbetriebe, die grössere Mengen an Abfällen produzieren und tendenziell auch finanziell besser gestellt sind, werden eher auf neue Verfahren ansprechen und umsteigen.

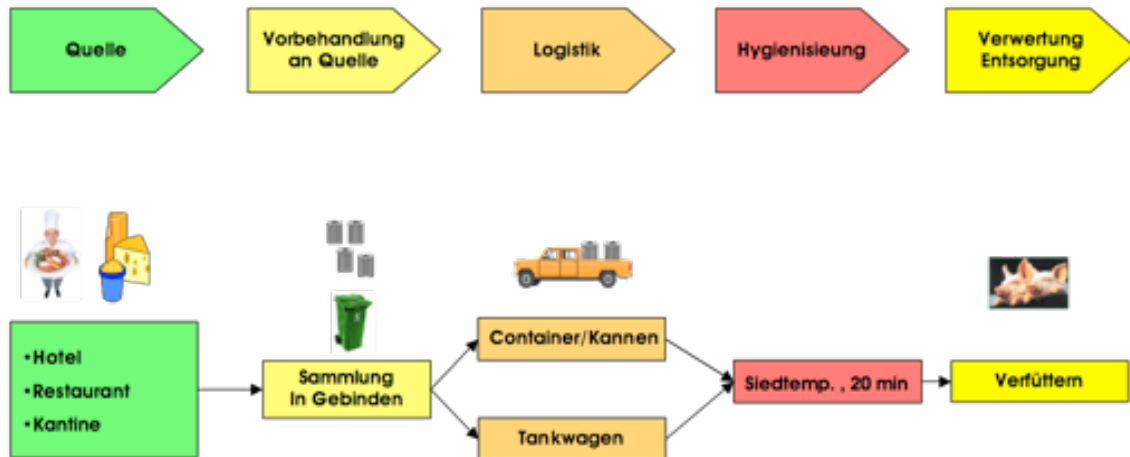
Es stellt sich die Frage, welche alternativen (Logistik) Konzepte denkbar sind? Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass kleinere Betriebe anstelle von Kompaktoren, sehr einfache Lösungen, wie beispielsweise das Absieben der Feststoffe zur Trennung der Fest- und Flüssigstoffe anwenden (Entwässern). Danach könnte der Festanteil dem Kehrriech, der Flüssiganteil der Kanalisation zugeführt werden.

Für grössere Betriebe kommen Kompaktoren in Frage, bei denen die entwässerten Feststoffe in den Kehrriech gelangen und das Abwasser (Presswasser) in die Kanalisation geleitet oder verdampft wird. Auch der Einbau von Tankanlagen anstelle einer Vielzahl einzelner Behälter zur Sammlung der Speiseabfälle wäre in Grossküchen eine sinnvolle logistische Verbesserung, unabhängig davon, welchem Verfahren die Speisereste nachher zugeführt werden.

Zu beachten ist, dass in der Gastronomie immer häufiger Convenience-Produkte verwendet werden, d.h. die Rüstabfälle fallen nicht im Restaurant, sondern in der vorgelagerten Produktionsstufe an. Als allgemeiner Trend lässt sich deshalb feststellen, dass die Menge der Speiseabfälle aus der Gastronomie tendenziell abnimmt.

3 Darstellung der betrachteten Varianten

3.1 Verfüttern in der Schweinmast



Figur 4: Ablauf der Verfütterung

Voraussetzungen und Merkmale:

Wichtigste Voraussetzung ist die Kühlung und regelmässige Sammlung, damit die Speisereste nicht verderben. Da die Masse flüssig ist, werden geeignete dichte Behälter benötigt (Kannen, Kübel etc.). Für grössere Mengen werden häufig verschliessbare, fahrbare Container verwendet. Die Einsammlung und Verwertung erfolgt durch Spezialisten, welche über die nötige Infrastruktur verfügen. Sie stellen zumeist auch die benötigten Behälter zur Verfügung und übernehmen deren Reinigung.

Nutzen:

Die in den Speiseabfällen vorhandenen Kohlehydrate, Proteine und vor allem Fette können damit sinnvoll in der Tiermast verwertet werden. Allerdings können Speiseabfälle nicht als vollständiger Ersatz für Futtermittel wie z.B. Getreide dienen, sondern nur als Ergänzung, da nicht mehr als ein Fünftel der Futtermischung über Speisereste abgedeckt werden kann ohne die Fleischqualität negativ zu beeinflussen.

Probleme:

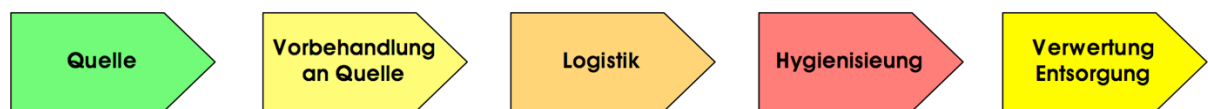
Die Probleme der Variante Verfütterung liegen vor allem in der Struktur der daran beteiligten Betriebe. Es sind viele kleine Nebenerwerbsbetriebe, die häufig keine echte Kostenrechnung erstellen, die auch den Zeitaufwand angemessen berücksichtigt. Insbesondere die Logistik ist wenig optimiert. Deshalb erheben sie für ihre Dienstleistungen zu tiefe Preise, obwohl die effektiven Kosten weitaus höher sind. Daher besteht die Gefahr, dass diese Betriebe mittelfristig keine Mittel für Erneuerungen der Infrastruktur mehr zur Verfügung haben werden. Dies führt dazu, dass die vom kantonalen Veterinäramt erteilte Bewilligung für den Betrieb der Futterküche nicht mehr erneuert wird.

Zukunft:

Wie erwähnt ist die Zukunft der Variante Verfütterung noch unklar, da möglicherweise ein Verbot droht. Falls unter bestimmten Bedingungen Speisereste weiter verfüttert werden können, so wird die Zukunft wohl grösseren, ISO-zertifizierten Spezialbetrieben gehören, die auch von der Gastrobranche (SV-Group, Compass-Group, Coop) bevorzugt werden.

3.2 Die drei Vergärungsvarianten in der Nutzwertanalyse

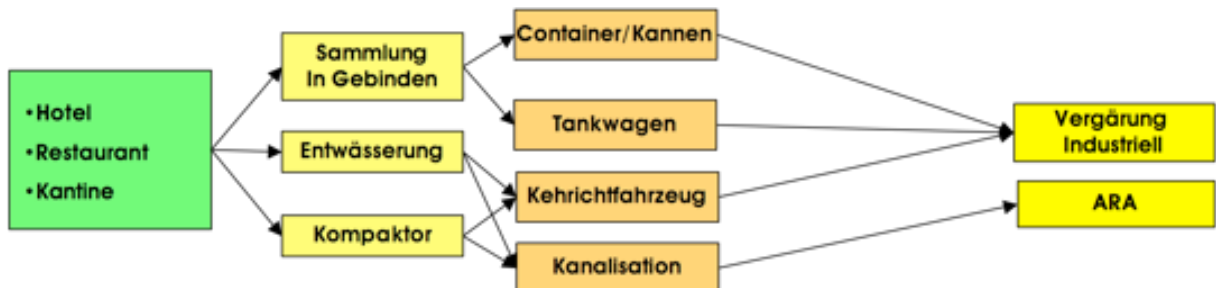
Im Falle der Vergärung der Speiseabfälle ohne Vorbehandlung wie auch bei der Vergärung der separierten Feststoffe aus Kompaktoren kommen die drei nachfolgenden beschriebenen Varianten der Vergärung in Frage. Der Kompaktor ohne/mit Verdampfung des Abwassers ist dabei als Vorbehandlungsschritt an der Quelle (im Gastrobetrieb) zu betrachten. Die Feststoffe können dann den drei Vergärungsvarianten zugeführt werden, während das Abwasser ohne oder mit Verdampfung in die Kanalisation abgeleitet wird.



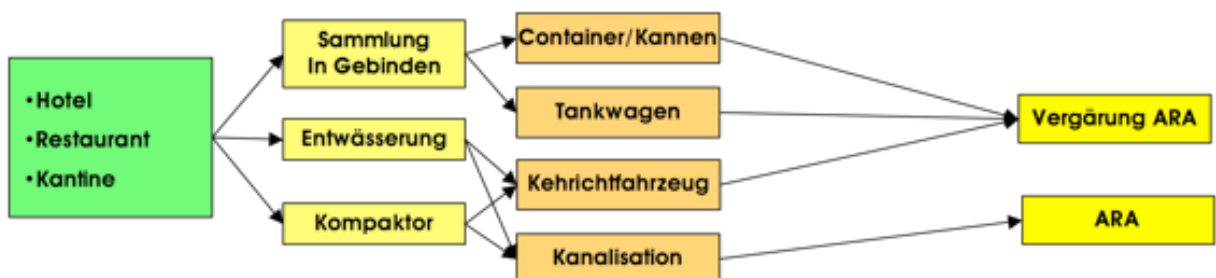
a) Co-Vergärung Landwirtschaft (mesophil 35°C)



b) Vergärung in industriellen Anlagen (thermophil 55°C)



c) Co-Vergärung Kläranlage (mesophil 35°C)



Figur 5: Die drei in der Nutzwertanalyse betrachteten Varianten der Vergärung im Überblick

a) Co-Vergärung in der Landwirtschaft

In landwirtschaftlichen Co-Vergärungsanlagen können Speisereste gemeinsam mit Gülle vergoren werden. In der Regel werden nur kleinere Mengen verarbeitet, welche in Wechselgebinden wie Kannen oder Containern angeliefert werden. Sowohl entwässerte (aus Kompaktoren) wie auch nicht entwässerte Speisereste können verarbeitet werden. Vor dem Einspeisen in den Fermenter müssen die Speisereste gemäss TSV Art. 41 hygienisiert werden, weil der Gärrest bzw. die vergorene Gülle (Hofdünger) auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht wird.

b) Vergärung in speziellen Vergärungsanlagen (z.B. KOMPOGAS)

In industriellen Vergärungsanlagen (KOMPOGAS und ähnliche) können Speisereste gemeinsam mit Grünabfällen vergoren werden. Die Anlieferung erfolgt in der Regel mit Kehr- oder Tankfahrzeugen. Kannen oder Container sind weniger verbreitet. Weil der KOMPOGAS Prozess bei 55°C betrieben wird (thermophil) kann, in Übereinstimmung mit der VKS-Richtlinie (Verband Kompost- und Vergärwerke Schweiz), auf eine Hygienisierung verzichtet werden. Sowohl entwässerte wie auch nicht entwässerte Speisereste können verarbeitet werden. Das nachkompostierte Endprodukt kann im Ackerbau eingesetzt oder weiter veredelt werden.

c) Co-Vergärung in kommunalen Kläranlage

In kommunalen Kläranlagen können Speisereste gemeinsam mit Klärschlamm vergoren werden. Die Anlieferung erfolgt in Wechselgebinden wie Kannen oder Containern sowie auch mit Tankfahrzeugen, falls die Kläranlage über eine entsprechend Infrastruktur verfügt. Sowohl entwässerte wie auch nicht entwässerte Speisereste können verarbeitet werden. Eine Hygienisierung ist in der Regel nicht erforderlich, weil der Schlamm nach der Vergärung entwässert, getrocknet und verbrannt wird.

	a) Co-Vergärung Landwirtschaft	b) Vergärung industriell	c) Co-Vergärung Kläranlage
Herkunft	Restaurants Hotels Grossküchen	Restaurants Hotels Grossküchen	Restaurants Hotels Grossküchen
Vorbehandlung an der Quelle	Sammlung in Gebinden: Kannen, Container ev. Entwässerung (Kompaktor)	Sammlung in Gebinden: Kannen, Container, Tanks ev. Entwässerung	Sammlung in Gebinden: Kannen, Container, Tanks ev. Entwässerung
Logistik (Einsammlung, Transport)	Kanne, Container	Kanne, Container, Tankfahrzeug	Kanne, Container, Tankfahrzeug
Hygienisierung	1 Stunde bei 70°C	Bei thermophiler Vergärung (55°C) nicht erforderlich	Nicht erforderlich, da Gärrest (Schlamm) verbrannt wird
Verwertung/ Entsorgung Gärrest	Gärgülle wird auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht	Gärrest wird einem mehr oder weniger langen Nach- rotteprozess unterzogen und im Ackerbau eingesetzt.	Gärrest (Klärschlamm) wird entwässert und der Verbrennung zugeführt.
Stoffliche Verwertung	In der Regel ja	In der Regel ja	In der Regel nein
Geschätzter Anteil pro Variante	40%	50%	10%

Tabelle 1: Merkmale der drei in der Nutzwertanalyse betrachteten Varianten der Vergärung

Voraussetzungen und Merkmale:

Die Einsammlung muss von Spezialisten vorgenommen werden, welche mit der nötigen technischen und logistischen Infrastruktur ausgerüstet sind, beispielsweise Kannen, Container oder Saugfahrzeuge für grössere Mengen. Eine Kühlung der Speiseabfälle ist im Falle der Vergärung, im Gegensatz zur Verfütterung, nicht zwingend notwendig.

Gemäss Tierseuchenverordnung müssen „Küchen- und Speiseabfälle so verwertet oder beseitigt werden, dass sich keine Seuchenerreger verbreiten können.“⁹ Entsprechend wird bei mesophilen Anlagen (35°C) eine thermische Vorbehandlung (nach EU 1774/2002 70°C 1h) verlangt, bei thermophilen Anlagen (55°C) kann darauf verzichtet werden.

Für die Vergärung der Speiseabfälle kommen die drei oben vorgestellten Verfahren in Frage. Für die Nutzwertanalyse werden sie als gleichwertig betrachtet, weil die Unterschiede zwischen den betrachteten Vergärungsvarianten für diese Analyse nicht ausschlaggebend sind.

Nutzen:

Durch die Vergärung erfolgt ein Abbau der Biomasse (Reduktion) und gleichzeitig entsteht erneuerbare, CO₂-neutrale Energie in Form von Biogas. Zudem können die Nährstoffe aus dem Gärrest je nach Verfahren zu Dünge Zwecken verwertet werden (Stoffkreislauf). Der Verarbeitungspfad ist sowohl in stofflicher wie auch in energetischer Hinsicht eine gute Wahl.

Probleme:

Die drei dargestellten Varianten der Vergärung unterscheiden sich hinsichtlich der Infrastruktur für die Annahme und Hygienisierung, der Verwertung der Gärreste und, nicht ausser Acht zu lassen, in Bezug auf die geographische Verteilung. Daher sind die drei Varianten nicht gleichwertig flächendeckend verfügbar.

Grosse Vergärungsanlagen oder kommunale Kläranlagen, welche mit speziellen Annahmestationen für Speisereste ausgerüstet sind, befinden sich in der Regel in der Nähe von grösseren Agglomerationen, wo auch die meisten Grossküchen zu finden sind. Aus diesen Überlegungen werden sich geschlossene Logistiksysteme, mit Tanks zum Absaugen, aufgrund der Kosten für die notwendige Infrastruktur, ausschliesslich im Einzugsgebiet von grösseren Vergärungsanlagen durchsetzen.

Im ländlichen Raum, sowie in geographisch abgeschiedenen Tourismusregionen, mit vielen kleinen Einzelbetrieben, wird aus Kostengründen das Sammelkonzept mit Einzelgebinden im Austausch, auch in Zukunft bestehen bleiben. Damit kommen für die Vergärung landwirtschaftliche Biogasanlagen oder kleinere kommunale Kläranlagen, welche über die notwendige Infrastruktur für das Abkippen von Gebinden verfügen, in Frage. Beispiele wie die Kläranlage Samnaun oder landwirtschaftliche Biogasanlagen in Davos oder Leukerbad können hier als Beispiele herangezogen werden. Die Vergärung kommt also sowohl für Grossküchen in städtischen Regionen wie auch für Kleinbetriebe im ländlichen Raum als Ersatz der Verfütterung durchaus in Frage.

Problematisch bzw, nicht sehr transparent ist die Preisgestaltung der Anbieter, wodurch sich die Nachfrage nach neuen Lösungen in Grenzen hält. Dies trifft jedoch auch auf die Verfütterung zu. Die Entsorgungskosten variieren schweizweit von vierzig bis mehrere hundert Franken pro Tonne. Das führt dazu, dass die Gastrobetriebe sich schwer tun umzusteigen. Zudem gibt es bisher keine verlässliche Mengestatistik über die verarbeiteten Mengen, was eine Planung und Optimierung des Angebotes erschwert.

Zukunft:

Die Vergärung ist der bisherigen Lösung am nächsten. Die Nährstoffe bleiben bei Variante a und b im Kreislauf, Klärschlamm wird verbrannt. In Anbetracht der steigenden Energiepreise und eines möglichen Verfütterungsverbot es wird die Option Vergärung in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

3.3 Kompaktieren mit Einleiten des Presswassers in die Kanalisation

Voraussetzungen und Merkmale:

In den jeweiligen Betrieb wird ein Kompaktor eingebaut. Sammlung, spezielle Gebinde und Kühlung fallen weg. Die Speiseabfälle werden im Betrieb durch den Kompaktor entwässert. Dabei werden die Feststoffe entwässert und können dem Kehricht oder der Grünabfuhr beigefügt werden (13 % d. TS). Das übrig bleibende, organisch hoch belastete Abwasser (Presswasser mit 87 % d. TS) wird in die Kanalisation abgeleitet.

Nutzen:

Die Verarbeitung kann direkt im Betrieb erfolgen, dies bedeutet eine bedeutende Reduktion des logistischen Aufwands. Auch kostenmässig können Einsparungen gemacht werden, da der massenmässig gewichtige, flüssige Anteil der Speiseabfälle über das Abwassersystem entsorgt werden kann. Solange also keine verursachergerechten, der Schmutzfracht entsprechenden Gebühren erhoben werden, ist dies eine sehr kostengünstige Variante.

Probleme:

Der Betrieb von Kompaktoren kann durch die Ablagerung von partikulären Stoffen in der Kanalisation zu erhöhten Unterhaltskosten führen. Eine Beschädigung der Kanalisation durch Faulprozesse und eine Überlastung von Kläranlagen kann nicht ausgeschlossen werden. Ausserdem ist die Variante nur kostengerecht, falls die Verursacher für die Kosten aufkommen.

Zukunft:

Um eine Zukunft der Variante Kompaktor zu ermöglichen, müssen durch die Kantone Regelungen und Empfehlungen ausgearbeitet und publiziert werden. Für die Ableitung des Presswassers müssen CSB-Grenzwerte festgelegt und verursachergerechte Gebühren erhoben werden.

Falls den Verursachern die vollen Kosten der Abwasserbehandlung verrechnet werden, ist zu erwarten, dass sich Kompaktoren ohne Presswasserbehandlung nicht stark weiter verbreiten werden.

3.4 Kompaktieren mit Verdampfung des Presswassers

Voraussetzungen und Merkmale:

Die Behandlung der Speiseabfälle erfolgt analog zum Kompaktieren ohne Verdampfung, d.h. ohne Sammlung und Kühlung, direkt im Betrieb. Im Gegensatz zur oben beschriebenen Variante ohne Verdampfung wird hier das übrig bleibende, stark verschmutzte Presswasser verdampft. Dabei entsteht ein leicht verschmutztes Kondensat, welches in die Kanalisation eingeleitet werden kann, ohne dass es zu Ablagerungen in der Kanalisation oder zu einer Überlastung der Kläranlagen kommt. Die Feststoffe gelangen via Kehrichtabfuhr in die KVA oder können einer Vergärungsanlage zugeführt werden.

Nutzen:

Wie beim Kompaktieren ohne Verdampfung bietet die direkte Verarbeitung im Betrieb logistische Vorteile. Im Vergleich zum Kompaktieren ohne Verdampfung ist bei der Variante mit Verdampfung die Abwasserbelastung um über das Tausendfache geringer.

Probleme:

Das Hauptproblem des Kompaktierens mit anschliessender Presswasser-Verdampfung ist der um ein Vielfaches höhere Energiebedarf im Vergleich zum einfachen Kompaktieren. Zudem können die bei der Verdampfung entstehenden Kondensate (Brüden) zu einer Geruchsbelastung führen. Ebenfalls zu beachten sind die Investitionskosten und der hohe Energieverbrauch.

Zukunft:

Für die Zukunft der Variante Kompaktieren mit Verdampfung ist mitbestimmend, wohin sich die Energiekosten und die Gebühren für Einleitung des Kondensates entwickeln werden. Empfehlungen bzw. Regelung durch die Kantone sind in Arbeit und werden die Verbreitung beeinflussen (vgl. Empfehlungen Kantone Bern und Graubünden, Ostschweizer Kantone [in Vorbereitung]).

4 Grundlagen der Nutzwertanalyse

4.1 Anwendungsbereiche einer Nutzwertanalyse (NWA)

Die NWA ist eine relative und nicht ausschliesslich monetäre Bewertung. Sie wird daher insbesondere bei Projekten angewendet, bei denen die monetäre Bewertung des Nutzens nicht möglich oder ungenügend ist und die nicht-monetären Aspekte eine grosse Bedeutung aufweisen. Die NWA schafft einen Bewertungsrahmen, der es ermöglicht, bei einer Planungsvorlage den erwarteten Gesamtnutzen für alle relevanten Interessengruppen zu ermitteln sowie die monetären und nicht-monetären Aspekte oder Eigenschaften einer oder mehrerer Projektvarianten zu vergleichen und auf der Basis einer gemeinsamen Skala zu bewerten. Im Falle von mehreren Projektvarianten lassen sich diese aufgrund der Berechnung der Nutzwerte auf einer dimensionslosen Skala in eine Reihenfolge einordnen.

Im vorliegenden Fall werden die verschiedenen Varianten der Speisefallverwertung anhand der drei Kriterien Ökonomie, Ökologie und soziale Aspekte zuerst in ihren jeweiligen Einheiten miteinander verglichen. Nachher werden die Ergebnisse dieses Vergleichs für jedes Kriterium zu einer Note (1 = tiefste, 10 = höchste Note) umgerechnet und die Noten der drei Kriterien addiert, um für jedes Verfahren die Endnote zu erhalten und das beste Verfahren zu bestimmen.

Die in unserem Fall betrachtete Einheitsmenge (funktionelle Einheit) ist eine Tonne Speiseabfälle, d.h. alle Kosten, Schadstoffemissionen usw. beziehen sich auf eine Tonne Speiseabfälle mit 18% TS.

4.2 Oekonomische Betrachtung

Sie umfasst alle wirtschaftlichen Aspekte wie Betriebs- und Kapitalkosten, aber auch Erträge in Form von Dünger- und Futterwert. Daraus ergibt sich eine Kostensumme in Franken. Sie umfasst folgende Elemente:

	Einheit	Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer
1 Bereitstellung Gastrobetrieb	SFr./t	75	75		
2 Kompaktor	SFr./t			130	295
3 Sammlung/Transport	SFr./t	100	100	50	0
4 Hygienisierung	SFr./t	50			
5 Suppenverteilung	SFr./t	50			
6 Verwertungstarif	SFr./t		100	63	0
7 Futterwert	SFr./t	-75			
8 Düngerwert	SFr./t	-5	-5		
9 ARA Kosten (Bio., Schlamm)	SFr./t			200	10
Total Ökonomie	SFr./t	195	270	443	305

Tabelle 2: Ökonomische Bewertung der betrachteten Varianten in der NWA pro Tonne Speisereste

Anmerkungen zu den Positionen in der obigen Tabelle:

1. Bereitstellung im Gastrobetrieb: Kosten für die Lagerung der Speisereste in Kübeln oder Containern in einem separaten Kühlraum, d.h. Raum- und Lohnkosten
2. Kompaktorkosten: Investitions- und Betriebskosten (Strom, Wasser) eines Kompaktors mit oder ohne Verdampfung
3. Sammlung/Transport: Kosten der Abholung der Sammelbehälter durch einen Landwirt, Speiseabfallverwerter, Kehrriechtabfuhr
4. Hygienisierung: Kosten des Abkochens zur Verhinderung der Verbreitung von Seuchen im Falle der Verfütterung, d.h. Investitionskosten für die Infrastruktur einschliesslich Betriebs- und Lohnkosten
5. Suppenverteilung: Kosten der Verteilung der Speiseabfälle auf verschiedene Mastbetriebe
6. Verwertungstarif: Anlieferungstarif für die Speiseabfälle auf den Entsorgungsanlagen inklusive Energieerträge (aus Verbrennung, Vergärung); kostenlose Abholung bei "Kompaktor mit Verdampfer" (VRS)
7. Futterwert: Ersatzwert der Speiseabfälle anstelle von üblichem Schweinefutter
8. Düngerwert: Ersatzwert der Speiseabfälle anstelle von Dünger
9. Kosten ARA: Kosten der C- und N-Elimination in der Kläranlage und der Entsorgung des Klärschlammes, der aus den Speiseabfällen anfällt (Kappeler 2004¹³)

4.3 Oekologische Betrachtung

Unter dem ökologischen Gesichtspunkt werden alle ökologisch relevanten Bereiche (Boden, Luft, Wasser, Energie, Abwasser) der verschiedenen Verfahren betrachtet. Diese bestehen aus:

			Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer
1	Transporte	tkm	80	80	27	9
2	Energie Kompaktor	kWh/t			30	
3	Energie mit Verdampfung	kWh/t				528
4	Energie Abwasserbehandlung	kWh/t			300	10
5	Energieertrag	kWh/t		600	300	300
6	Futterersatz als Getreide	kg/t	200			
7	Düngerersatz NPK 13,13,21	kg/t	60	60		
8	- CSB/Input	kg/t			312	0.2

Tabelle 3: Ökologische Bewertung der betrachteten Varianten in der NWA pro Tonne Speisereste

Anmerkungen zu den Positionen in der obigen Tabelle:

1. Transporte: Mittlerer Transportdistanz auf Kleinlastwagen o. Tankwagen in Kilometern
2. Energie Kompaktor: Energieverbrauch der Fest-Flüssigtrennung ohne Verdampfung
3. Energie Kompaktor mit Verdampfung: Energieverbrauch der Fest-Flüssigtrennung und anschliessender Verdampfung
4. Energie Abwasserbehandlung: Energieverbrauch für die Abwasserbehandlung in der Kläranlage
5. Energieertrag: Brutto-Energieertrag einer potenziellen Vergärung zu Biogas, wobei der Einfachheit halber alle Vergärungsverfahren mit dem gleichen Ertrag angerechnet werden.
6. Futterersatz: Entsprechender Futterwert der Speiseabfälle in kg Getreide. Gering, da die Speiseabfälle viele ungünstige Fette enthalten.
7. Düngerersatz NPK 13,13,21: Der häufig eingesetzten Gründüngungsformel „13,13,21“ entsprechender Düngerwert der Speiseabfälle.
8. CSB-Input: Zusätzlich benötigter chemischer Sauerstoffbedarf in der Kläranlage, um das anfallende Abwasser zu reinigen

4.4 Soziale Betrachtung

Mit diesem Kriterium werden die Chancen und Risiken der verschiedenen Verfahren im Bezug auf die Gesellschaft untersucht. Da sich die sozialen Aspekte nicht in Bezug auf Zielwerte linearisieren lassen, handelt es sich um eine Benotung hinsichtlich der Zielerfüllung aus Sicht der Verfasser. Dabei wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

	Note	Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer
1 Risiko (v.a. Skandalrisiko)	von 1-10	2	8	9	9
2 Akzeptanz	von 1-10	8	8	5	5
3 Image	von 1-10	3	8	6	6
4 Strukturwandel und Folgen	von 1-10	2	8	8	8
Total der Einzelnoten		15	32	28	28

Tabelle 4: Benotung der sozialen Aspekte der betrachteten Varianten in der NWA

Anmerkungen zu den Positionen in der obigen Tabelle:

1. Risiko: Soziales Risiko, insbesondere das Risiko eines Skandals bzw. das Seuchenrisiko. Unter dem Eindruck der geforderten Nullrisikotoleranz in der Lebensmittelbranche fällt die Note umso höher aus, je geringer das Risiko ist.
2. Akzeptanz: Grad der Akzeptanz der verschiedenen Verfahren bei den Abgeberbetrieben, den Transporteuren, den Endnutzern der Produkte, der Umgebung und der Gesellschaft im Allgemeinen. Je höher die Akzeptanz, desto besser die Note.
3. Image: Image der verschiedenen Verfahren, d.h. gelten sie bei der Bevölkerung als sinnvoll und zeitgemäss oder eher als veraltet - oder haben sie gar einen schlechten Ruf und damit eine schlechte Note?
4. Strukturwandel und Folgen: Einfluss des Strukturwandels in der Gastrobranche und der Landwirtschaft auf die verschiedenen Verfahren. Je schwächer der Einfluss, desto höher die Benotung.

5 Berechnung der Nutzwerte

5.1 Erklärung der Benotung

Da sich die verwendeten Einheiten der drei Kriterien Ökonomie, Ökologie und Soziales untereinander und teilweise sogar innerhalb der einzelnen Kriterien unterscheiden, wurde die Benotung von 1-10 gewählt, um Vergleiche anstellen zu können. Jedoch ist auch die Art und Weise, wie die Note entsteht, unterschiedlich.

Bei der ökonomischen Betrachtung erhält man am Schluss eine Summe von Fr./Tonne. Die Note errechnet sich nun unter der Annahme, dass Fr. 100.-/t der Bestnote 10 und Fr. 550.- /t der geringsten Note entspricht, d.h. je billiger das Verfahren, desto besser.

Bei der ökologischen Betrachtung wird die Note unter Berücksichtigung der verschiedenen ökologischen Belastungen bestimmt. Dabei wird dem Futterersatz die höchste Bedeutung zugemessen, Energie- und Düngererträge kommen an zweiter Stelle und der Energie- und Entsorgungsaufwand an letzter Stelle.

Wie bereits erwähnt, beruht die Beurteilung der sozialen Komponente nicht auf Berechnungen, sondern auf der subjektiven Einschätzung der Autoren. Sie wird direkt in Noten ausgedrückt. Durch Mittelwertbildung ergibt sich daraus die Endnote Soziales für jede Variante.

		Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer
Total Note Ökonomie	von 1-10	8	6.5	3	6
Total Note Ökologie	von 1-10	9	6	4	5
Total Note Soziales	von 1-10	3.75	8	7	7

Tabelle 5: Benotung der Nutzwerte der betrachteten Varianten in der NWA

5.2 Ergebnisse der Benotung

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Kriterien, so ist die Variante Verfütterung sowohl unter ökonomischen wie auch unter ökologischen Gesichtspunkten betrachtet, die Sinnvollste. Wäre nicht das hohe Seuchen- bzw. Skandalrisiko, so würde die Verfütterung wahrscheinlich im sozialen Bereich vorne liegen. Stattdessen „siegte“ hier die Vergärung.

Gewichtungen		Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer
Ungewichtetes Total		20.75	20.5	14	18
Ökonomie 50%, Rest je 25%		28.75	27	17	24
Ökologie 50%, Rest je 25%		29.75	26.5	18	23
Sozial 50%, Rest je 25%		24.5	28.5	21	25

Tabelle 6: Benotung der Nutzwerte der betrachteten Varianten in der NWA

Die Summe der drei Kriterien ergibt die Endnote der NWA: Dabei rangiert die Verfütterung vorne, jedoch nur eine Viertelnote vor der Vergärung, d.h. sie können als fast gleichwertig betrachtet werden. Neben der einfachen Notensumme "Nach Rang" gibt es davon ausgehend jedoch noch drei anders gewichtete Noten:

- Bei der ersten wird die Ökonomie im Vergleich zu den anderen zwei Kriterien doppelt gewichtet. Bei dieser Betrachtung erhält wiederum die Verfütterung die höchste Note.
- Bei der zweiten gewichteten Note zählt die Ökologie doppelt, was wiederum die Verfütterung „gewinnen“ lässt.
- Bei der dritten Benotungsvariante wird das Soziale doppelt gewichtet, worauf die Vergärung am besten abschneidet.

6 Diskussion der Resultate

Die Ergebnisse der NWA bestätigen den bisherigen schweizerischen Weg der Verwertung von Speiseresten, der hauptsächlich über die Verfütterung führt. Die Fortsetzung dieser Variante scheint unter den gegebenen Rahmenbedingungen sinnvoll und auch unter Abwägung der Risiken vertretbar. Die Einspeisetarife für Strom aus der Vergärung sind in der Schweiz verhältnismässig tief, darum schneidet die Vergärung ökonomisch gesehen schlechter ab als die Fütterung. Da in der NWA die Vollkostenrechnung angewendet wird, schneidet die Kompaktorenteknik ebenfalls aus ökonomischen Gründen schlechter ab als die Verfütterung.

Welches sind nun die entscheidenden Faktoren, die zu diesem Ergebnis führten?

Ökonomie:

Der Grund, warum die Verfütterung bei der ökonomischen Betrachtung am besten abschneidet, liegt eindeutig im Futterwert (Substitution von Getreide) der Speiseabfälle. Von den Kosten für Sammlung und Transport her gesehen, sind die Verfütterung und Vergärung etwa gleichwertig, doch der Energieertrag aus der Vergärung ist zu gering, damit diese Variante wirkliche ökonomische Vorteile bieten kann. Das Kompaktieren ohne Verdampfung ist wegen der hohen Kosten, die es in der Kläranlage verursacht, unrentabel; das Kompaktieren mit Verdampfer aufgrund der hohen Investitions- und Energiekosten.

Ökologie:

Vom ökologischen Standpunkt aus gesehen erhält ebenfalls die Verfütterung die beste Benotung, weil einerseits der Futterersatz und andererseits die Schliessung des Stoffkreislaufs durch den Düngerersatz beim Ausbringen der Gülle ökologisch wertvoll sind. Für die Produktion von 200 kg Getreide, welche durch 1'000 kg Speiseabfälle substituiert werden können, sind gemäss einer BFE Studie¹⁰ rund 56 kWh (1'400 kWh pro ha mit einem mittleren Ertrag von 5'000 kg Weizen) für Produktion und Ernte aufzuwenden. Dabei ist allerdings der vorgelagerte Energieaufwand (Landverbrauch, Pflanzenschutzmittel, Dünger, Maschinen, Gebäude) nicht berücksichtigt. Aus einer Tonne Speiseabfälle entstehen brutto rund 600 kWh Energie in Form von Biogas aus der Vergärung. Rein energetisch betrachtet wäre die Vergärung der Substitution von Weizen ebenbürtig. Zusätzlich zur Energie enthält jedoch das Getreide Eiweisse und andere für die Ernährung wertvolle Vitamine und Spurenstoffe. Dadurch landet die Vergärung, welche nur die Energie und die Nährstoffe als Düngerersatz nutzt, ökologisch auf dem zweiten Rang. Beide Kompaktierungsvarianten schneiden aufgrund ihrer negativen Energiebilanz ökologisch schlechter ab.

Soziale Aspekte:

Das Risikopotenzial dominiert die gesellschaftlichen Aspekte: Aufgrund des hohen Seuchen- und Skandalrisikos, dem schlechten Image, der hohen Anfälligkeit auf Anpassungen im Konsumverhalten und in der Gesetzgebung schneidet die Variante Verfütterung in der sozialen Betrachtung schlechter ab als die Vergärung. Im Vergleich dazu stehen die Vergärung und die beiden Kompaktorvarianten gut da und schneiden etwa gleich ab. Die Vergärung liefert erneuerbare Energie, Kompaktoren stellen eine neue Technologie dar und haben ein vergleichsweise hohes Ansehen in der Gesellschaft und bei den Gastrobetrieben.

Diese Aussagen der NWA sind jedoch nur unter den folgenden Annahmen gültig: Die geografische Systemgrenze stellt die Schweiz dar. Die gemachten Aussagen können nicht auf den EU-Raum übertragen werden, weil dort grundsätzlich andere Rahmenbedingungen herrschen. Zum einen ist das Verfütterungsverbot bereits Realität oder wird es bald werden, zum anderen sind die Infrastruktur-Voraussetzungen anders und drittens sind die Futtermittelkosten (und damit auch der Futterersatzwert der Speiseabfälle) tiefer als in der Schweiz. Die Ergebnisse beziehen sich auf die hiesige Situation im Jahr 2005. Im Zuge der zu erwartenden Anpassung an die EU-Regelungen können sich die Verhältnisse bereits in den nächsten Jahren grundlegend ändern. Etwa bei tieferen Futtermittelpreisen und/oder höheren Einspeisetarifen für den Strom aus Biogas würde die Vergärung besser abschneiden, was in Teilen der EU tatsächlich der Fall ist¹¹.

6.1 Unsicherheiten und Stabilität der Aussagen (Sensitivitäten)

Eine erste Unsicherheit besteht darin, dass die eingesetzten Zahlen Mittelwerte darstellen, d.h., dass konkrete Ergebnisse von Fall zu Fall sehr unterschiedlich sein können. In Agglomerationen sind die Distanzen für die Sammlung einer Tonne Speisereste geringer und folglich die Transportkosten tiefer als in ländlichen Regionen, und die Aussage müsste entsprechend angepasst werden.

Weiter ist zu beachten, dass die Zusammensetzung der Speiseabfälle ein Mittelwert darstellt. In der Praxis ist ein hoher Fettanteil üblich, kann jedoch stark variieren. Die Verantwortlichen für die Fütterung müssen daher chargenweise die Futtersuppe beurteilen und korrigierend eingreifen.

Die Aussagen gelten nur, solange die Futtermittelpreise in der Schweiz gleich bleiben. Sinken sie, sinkt auch der Futterersatzwert und die Verfütterung verliert ihren Preisvorteil.

Eine weitere Instabilität der Aussagen ist die Risikowahrnehmung. Sie ist in der Regel bis zum Auftreten eines Zwischenfalls (Seuche) gering, steigt dann aufgrund von etwaigen Pressemeldungen an und flacht bald darauf wieder ab. Die Risikowahrnehmung ist also sehr sprunghaft, in der Regel nur subjektiv und damit unter Umständen sehr weit von der Realität entfernt.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass die grössten Unsicherheiten im Hinblick auf die Zukunft aus der subjektiven Risikowahrnehmung und dem instabilen gesetzlichen Rahmen hervorgehen. Im Vergleich dazu sind die ökologischen und ökonomischen Faktoren relativ stabil.

7 Quellen und Literatur

¹ GastroSuisse (2004): Branchenspiegel 2004, Zürich. www.gastrouisse.ch

² Gewässerschutzverordnung (GschV 1998 SR 814.201): Art 10: Verbot der Entsorgung von Abfällen über das Abwasser. www.admin.ch

³ W. Humbel (2004) Konzept für die Veredelung von Lebensmittelbestandteilen, Stetten. www.humbel-stetten.ch

⁴ Hans Peyer (2004) Entsorgung im Gastgewerbe, Vortrag und persönliche Mitteilung.

⁵ : GastroSuisse Branchenspiegel 2004

⁶ L. Perler et al. (2004) Essensreste nur "bien cuit" an Nutztiere, BVET Magazin 1/04, Bern.

⁷ PUSCH (2002) Infoplattform Klärschlamm. www.umweltschutz.ch

⁸ Waldner E. persönliche Mitteilung. www.weg.ch

⁹ Tierseuchenverordnung (TSV 1995 SR 916.401), Art. 41: Keine Seuchenerreger verbreiten

¹⁰ J. L. Hersener, U. Meier (2001) Rationelle Energieanwendung in der Landwirtschaft (REAL), BFE Bern.

¹⁰ Köhlmeier Birgit (2005): EU verbietet Verfütterung von Speiseresten – Vorarlberg füttert jetzt damit Biogasanlagen, St.Galler Tagblatt vom 19.8.2005. www.tagblatt.ch

¹² Amt für Umweltschutz Graubünden (1997) Speiseabfälle: Erhebung der Mengen und Entsorgungswege

¹³ Kappeler (2004) Finanzielle Auswirkungen der Kompaktierung von Speise- und Rüstabfällen. Im Auftrag des Amtes für Natur und Umwelt, Graubünden; www.afu.gr.ch/dienste/pdf-daten/Berichte/kappeler_2004.pdf

BUWAL (2003) Kosten der Abwasserentsorgung, Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 42; Bern. www.buwal.ch

Anhang 1: Berechnungen zu den Nutzwerten

Varianten	Einheit	Bewertung pro 1000 kg Speiseabfälle				Kommentar
		Verfütterung	Vergärung	Kompaktor ohne Verdampfer	Kompaktor mit Verdampfer	
Ökonomie						Wirtschaftliche Aspekte wie Betriebs- und Kapitalkosten, aber auch Dünger- und Futterwert
Bereitstellung Gastrobetrieb	SFr.	75	75			Lagerung der Speisereste in Kübeln oder Containern in gekühltem Raum, abgetrennt von Nahrungsmitteln
Kompaktor	SFr.			130	295	Auftrennung der Speisereste in eine feste und eine flüssige Phase
Sammlung/Transport	SFr.	100	100	50	0	Abholung der Speiserestekübel oder -container durch einen Landwirt, Speiseabfallverwerter, Kehrriechtsammlung
Hygienisierung	SFr.	50				Kochen der Speiseabfälle während 20 Minuten vor der Verfütterung (TSV) oder zur Verhinderung der Verbreitung von Seuchen.
Suppenverteilung	SFr.	50				Verteilung der gekochten Speiseabfälle auf Betriebe zur Schweinefütterung
Verwertungstarif	SFr.		100	63	0	Anlieferungstarif für die Speiseabfälle auf den Entsorgungsanlagen
Futterwert	SFr.	-75				Ersatzwert der Speiseabfälle um Schweinefutter zuzukaufen
Düngerwert	SFr.	-5	-5			Ersatzwert der Speiseabfälle um Dünger zuzukaufen
ARA Kosten (Bio., Schlamm)	SFr.			200	10	Kosten der C und N-Elimination in der Kläranlage und der Entsorgung des Klärschlammes, der aus den Speiseabfällen anfällt (bei Kläranlagen > 100'000 EW)
Total Ökonomie	SFr.	195	270	443	305	Summe von Kosten nach Abzug von Wertanteilen.
Note (10 sehr gut, 1 sehr schlecht)		8	6.5	3	6	geschätzt
		8.1	6.6	3.1	5.9	gerechnet: Fr. 100.-/t = 10, Fr. 550.-/t = Note 1
Ökologie		Verfütterung	Vergärung	Kompaktor	Kompaktor	
Transporte	tkm	80	80	27	9	Vergleichsannahme = eine Tonne, Einheit = 1km. Die Abfälle werden häufig 50 bis 100 km weit transportiert (inkl. Leerfahrten).
Energie Kompaktor	kWh			30		Energieverbrauch für die Fest-Flüssigtrennung ohne Verdampfung
Energie mit Verdampfung	kWh				528	Energieverbrauch für die Verdampfung der Flüssigkeit
Energie Abwasserbehandlung	kWh			300	10	Energieverbrauch für die Abwasserbehandlung auf der Kläranlage
Energieertrag	kWh		600	300	300	Energieertrag brutto als Biogas aus der Vergärung. Alle Verfahren werden mit dem gleichen Ertrag betrachtet.
Futterersatz als Getreide	kg	200				Futterwert als Energie in Getreide gerechnet. Weil viel ungünstiges Fett dabei ist, gilt der Marktwert nicht gleich viel.
Düngerersatz NPK 13,13,21	kg	60	60			13, 13, 21 ist eine häufige Grunddüngungsformel, hier wurde der mittlere Wert der Substitution eingesetzt.
- CSB/Input	kg			312	0.2	Chemischer Sauerstoffbedarf in der Kläranlage, um das Abwasser zu reinigen
Total Ökologie als Note	von 1-10	9	6	4	5	Note stellt Schätzwert in Berücksichtigung der verschiedenen ökologischen Belastungen dar.
Begründung		Futterersatz	nergie+Dünger	Aufwand	Aufwand	Futter gilt als höchster Wert, kann Getreideanbau ersetzen, Energie + Dünger an zweiter Stelle.
Soziale Aspekte	Note	Verfütterung	Vergärung	Kompaktor	Kompaktor	
Risiko (v.a. Skandalrisiko)	von 1-10	2	8	9	9	Minimales Risiko (10), hohes Risiko (1); Nullrisikotoleranz als Grundforderung in der Lebensmittelproduktion
Akzeptanz	von 1-10	8	8	5	5	Akzeptanz bei den Abgeberbetrieben, den Transporteuren, den Endnutzern der Produkte und der Umgebung
Image	von 1-10	3	8	6	6	top und modisch (10) oder veraltet, morsch (1)
Strukturwandel und Folgen	von 1-10	2	8	8	8	Einfluss des Strukturwandels schwach (10) oder stark (1)
		15	32	28	28	
Total soziale Aspekte	von 1-10	3.75	8	7	7	Mittelwert ungewichtet
		3.36	8.00	7.36	7.36	gewichtet Risiko 5x, Akzeptanz 2x, Image 3x, Rest 1x
Gewichtungen		Verfütterung	Vergärung	Kompaktor	Kompaktor	
Nach Rang		20.75	20.5	14	18	
nach Ökonomie 50%, Rest je 25%		28.75	27	17	24	
nach Ökologie 50%, Rest je 25%		29.75	26.5	18	23	
nach Risiko (sozial 50%, Rest je 25%)		24.5	28.5	21	25	
nach						

Anhang 2: Kostenberechnung für Bereitstellung, Kompaktoren und Hygienisierung

Menge	Mahlzeiten pro Tag	200			Mz/d	200
	Liter pro Woche	360			l/w	360
	Liter pro Jahr	18000			l/a	18000
	m ³ pro Jahr	18			m ³ /a	18
Bereitstellung						
Fläche	m ²	4				
Miete/Fläche	CHF/m ² *a	180				
Kosten	CHF	720				
Spez. Raum	CHF/m ³	40				
Handling	Stunden pro Woche	0.5				
Stundenlohn	CHF/Stunde	25				
	CHF/Jahr	625				
Spez. Handling	CHF/m ³	34.72				
Total Bereitstellung	CHF/m³	74.72				
Kompaktor ohne Verdampfer				Kompaktor mit Verdampfer		
Investitionsbetrag	CHF	20'000		Invest	CHF	23'500
Zins	%	4		Zins	%	4
Lebensdauer	a	15		Lebensdauer	a	10
RWU	%	2		RWU	%	2
Durchsatz	kg/h	100		Durchsatz	kg/Zykl.	25
El. Leistung	kW	3		Energie/Zyklus	kWh/Zykl.	13.2
Strompreis	CHF/kWh	0.2		Zyklen pro Tag	Zykl./d	2
Wasserverbrauch	Liter pro Stunde	36		Strompreis	CHF/kWh	0.2
Wasserpreis	CHF/m ³	2				
	Durchsatz: 18 m ³ pro Jahr			Durchsatz: 18 m ³ pro Jahr		
Betriebskosten				Betriebskosten		
Annuität	CHF	1798.82		Annuität	CHF	2897.34
RWU	CHF	400		RWU	CHF	470
Strom	CHF	108		Strom	CHF	1900.8
Wasser	CHF	12.96		Wasser	CHF	0
Kosten	CHF/a	2319.78		Kosten	CHF/a	5268.14
Spez. Kosten	CHF/m ³	128.9		Spez. Kosten	CHF/m ³	292.7
Hygienisierung						
Invest	CHF	60'000				
Zins	%	4				
Lebensdauer	a	15				
RWU	%	1.5				
Durchsatz	m ³ /d	2				
Stromverbrauch	kWh/a	8'760				
Strompreis	CHF/kWh	0.2				
Wärmeverbrauch	kWh/a	29'200				
Wärmepreis	CHF/kWh	0.05				
	Durchsatz: 365 m ³ pro Jahr					
Betriebskosten						
Annuität	CHF	5'396				
RWU	CHF	900				
Strom	CHF	1'752				
Wärme	CHF	1'460				
Kosten	CHF/a	9'508				
Spez. Kosten	CHF/m ³	26.4		50.- CHF/m ³ inkl. Arbeitskosten		
Total		230				

Anhang 3: Kosten in der ARA nach BUWAL

Belastung Biologie EW	Spez. Betriebskosten [Fr./EW*a]	Spez. Kapitalkosten [Fr./EW*a]	Spez. Jahreskosten [Fr./EW*a]
2'000	98	70	168
5'000	80	50	130
10'000	59	40	99
25'000	45	25	70
50'000	35	25	60
100'000	28	19	47
500'000	25	15	40

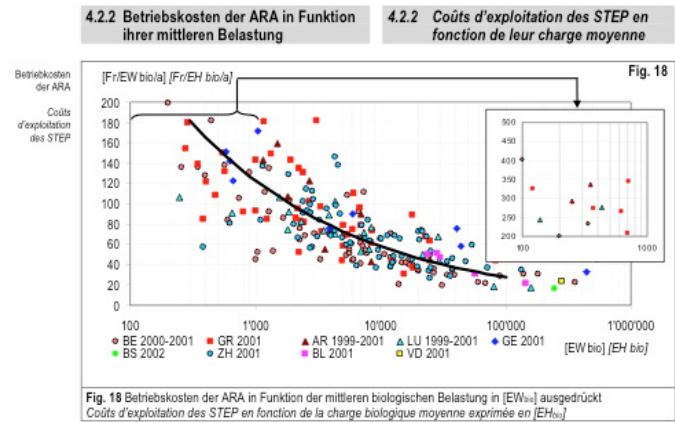
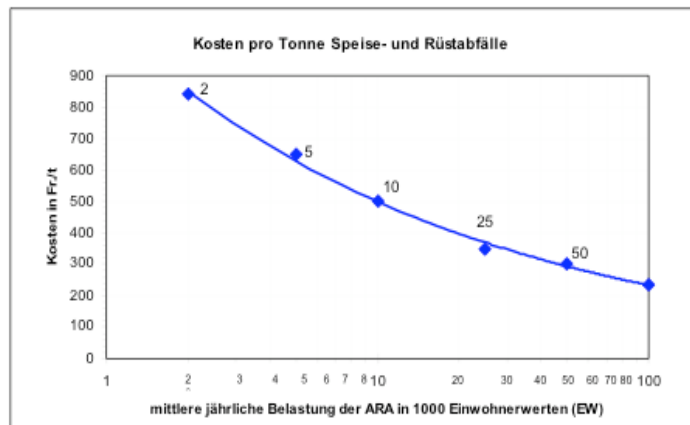
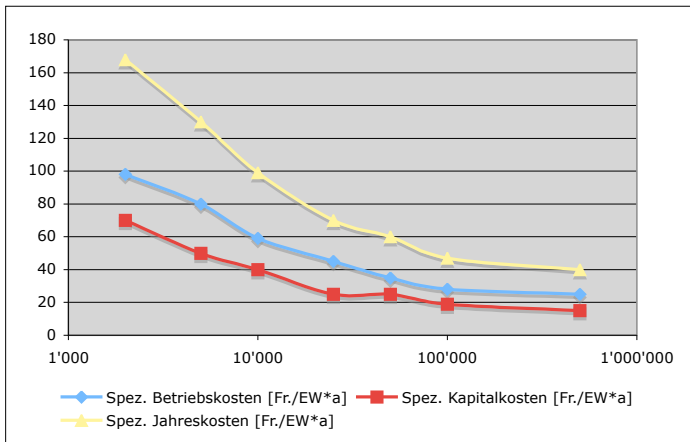


Fig. 18 Betriebskosten der ARA in Funktion der mittleren biologischen Belastung in [EW_{bio}] ausgedrückt
Coûts d'exploitation des STEP en fonction de la charge biologique moyenne exprimée en [EH_{bio}]

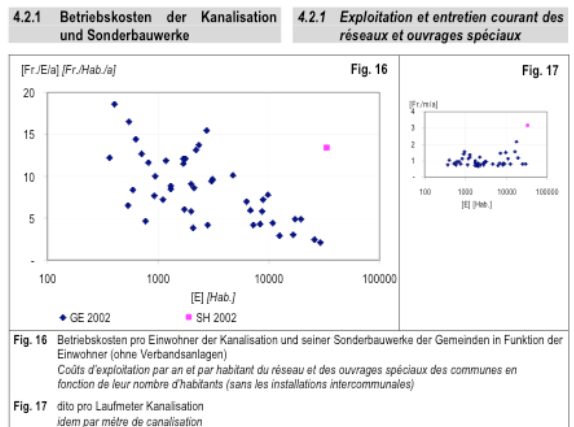


Fig. 16 Betriebskosten pro Einwohner der Kanalisation und seiner Sonderbauwerke der Gemeinden in Funktion der Einwohner (ohne Verbandsanlagen)
Coûts d'exploitation par an et par habitant du réseau et des ouvrages spéciaux des communes en fonction de leur nombre d'habitants (sans les installations intercommunales)

Fig. 17 dito pro Laufmeter Kanalisation idem par mètre de canalisation

Spezifische Frachten im Presswasser:
1 t Speiseabfälle erzeugen 312 kg CSB entspr. 1'830 EW