

# bericht

## Leitfaden

### Verwertung von Wärmeüberschüssen bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Gesamtprojektleitung: Dipl.-Ing. Wolfgang Schulz (bei)

Projektleitung am IUU: Dipl. Ing (FH) Sven Heitmann

Weitere Bearbeiter:

Dipl.-Ing. Dietrich Hartmann (IUU)

Dr. rer. nat. Karin Jahn (bei)

Dipl.-Ing. Sandra Manske (IUU)

Cand. Dipl.-Ing. (FH) Bente Ehlers

Dr.-Ing. Sandra Peters Erjawetz (IUU)

Cand. Dipl.-Ing. (FH) Thomas Havran

Dipl.-Ing. Sandra Risse (IUU)

Cand. Dipl.-Ing. Markus Schnober

Prof. Dr.-Ing. Norbert Rübiger (IUU)

Dr.-Ing. Michael Schlüter (IUU)

Gefördert von:  
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

## bericht

Leitfaden  
Verwertung von Wärmeüberschüssen  
bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen  
Februar 2007

Projekträger:  
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.  
Förderkennzeichen: 22009505 und 22027205  
Zuwendungsempfänger:  
Verein zur Förderung der wissenschaftlichen For-  
schung in der freien Hansestadt Bremen e.V.  
(ausführende Stelle: bremer energie institut)  
Universität Bremen (ausführende Stelle: Institut für  
Umweltverfahrenstechnik)

## Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	4
2. Ausgesonderte Optionen	5
2.1 Mobiler Kältetransport	6
2.2 Bioethanolherstellung	6
2.3 Wirkstoffextraktion aus Pflanzen	7
2.4 Herstellung und Regenerierung von Adsorbentien	7
2.5 Fertigerichtherstellung	7
2.6 Wärmeeinsatz in Röstereien	7
3. Rechtliche Aspekte	8
3.1 Zugänglichkeit zum KWK-Bonus	8
3.2 Baurechtliche Genehmigung	8
4. Überblick zu den prinzipiell wirtschaftlich durchführbaren Optionen	9
Trocknungsanlagen	9
Gewächshausheizung	26
Aquakulturen	33
Latentwärmetransport	44
Kälteerzeugung	51
ORC-Anlage als Kombiprozess zum Motor-BHKW	58
Thermische Gärrestaufbereitung	64
Wärmebereitstellung für Wäschereien	72
Frucht- und Gemüsesaftherstellung	76
Milchveredelung	81

## Abbildungsverzeichnis

Wagentrockner (Satzrockner) mit aufgesetztem Luftkanalsystem	10
Schema eines dreistöckigen Bandrockners	11
Schema eines Schubwendetrockner	11
Durchsatz an Sägerestholz zur Pelletherstellung in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners	20
Durchsatz an Grünschnitt zur Pelletherstellung in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners	20
Durchsatz an Hackschnitzeln (Grünschnitt und Waldholz) in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners	21
Durchsatz an Scheitholz in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners	21
Durchsatz an Schnittholz in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners	21
Erforderliche Getreideerntemenge in Abhängigkeit von der Dauer der Trocknungsperiode und der Anlagenleistung	22
Spezifische Investitionskosten von Bandrocknern	22
Anzustrebende Gewächshausgrundfläche in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden BHKW-Abwärme zur Abdeckung des Grundlast Wärmebedarfs	27
Zierpflanzen: Jahreskosteneinsparung in Abhängigkeit vom Ölpreis, der BHKW-Leistung und von Temperaturansprüchen	29
Gemüse: Jahreskosteneinsparung in Abhängigkeit vom Ölpreis, der BHKW-Leistung und von Temperaturansprüchen	29

## Abbildungsverzeichnis (Fortsetzung)

Grundschemata von Aquakulturen in Kreislaufanlagen	34
Kosten mobiler Latentwärme in Abhängigkeit von Transportentfernung und Auslastung (ohne KWK-Bonus)	47
Grundschemata einer Adsorptions-Kältemaschine	51
Erforderliche Heizleistung in Abhängigkeit von der Kälteleistung bei einer im single effect mit Lithiumbromid betriebenen Absorptionskälteanlage	56
Kosten einer mit Lithiumbromid betriebenen Absorptionskälteanlage (single effect)	56
Ausbringungskosten von Gärresten in Abhängigkeit von Transportentfernung und Behandlung	67

## 1. Einführung

Seit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahre 2004 hat es in Deutschland einen erheblichen Zuwachs an großen landwirtschaftlichen Biogasanlagen gegeben. Ein neu eingeführter Stromvergütungsaufschlag ermöglicht es seitdem, in großem Stil nachwachsende Rohstoffe (NAWARO) als Gärmaterial einzusetzen, die auf ihre Masse bezogen besonders hohe Gasausbeuten ermöglichen. Im Jahr 2005 lag die durchschnittliche Leistung einer neu installierten Anlage bei über 600 kW<sub>el</sub>. Die installierten Motor-BHKW erzeugen eine mindestens ebenso hohe Wärmeleistung. Zu einem geringen Teil wird diese Wärme zur Erwärmung des Zugabematerials und der Aufrechterhaltung der Betriebstemperatur des Biogasfermenters benötigt. Dieser Anteil ist aufgrund eines günstigeren Oberflächen-Volumen-Verhältnisses großer Fermenter und durch die hohe Energiedichte von NAWARO wesentlich geringer als bei den mit Gülle betriebenen Anlagen. Die Nutzung für die Beheizung des landwirtschaftlichen Betriebes, die sonst noch öfters vorkommt, ist zu unbedeutend, sodass ein großer Teil der Abwärme über Luftkühler an die Umwelt abgegeben wird. Auch der gemäß EEG §8 Abs. 3 bestehende Anreiz eines KWK-Bonus konnte nicht verhindern, dass bislang der überwiegende Teil der Biogas-BHKW-Wärme ungenutzt bleibt. Der KWK-Bonus von 2 ct/kWh<sub>el</sub> wird analog zur externen Wärmenutzung für Anlagen, die nach dem 1.1.2004 in Betrieb genommen worden sind, gewährt. Nur ein geringer Anteil der bestehenden Anlagen wurde an Stellen errichtet, an denen gute Wärmeabsatzmöglichkeiten bestehen.

Aufgrund dieser Feststellung wurde es als sinnvoll erachtet, die bestehenden Wärmenutzungsmöglichkeiten systematisch zu untersuchen. Eine entsprechende Untersuchung wurde gemeinsam vom Bremer Energie Institut und dem Institut für Umweltverfahrenstechnik mit finanzieller Unterstützung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe von Dezember 2005 bis Februar 2007 durchgeführt. Die darin gewonnenen Erkenntnisse sind in dem hier vorgelegten Leitfaden eingeflossen. Er enthält Informationen zu den prinzipiell heute realisierbaren Optionen, die Anlagenbetreibern und Planern eine Orientierung zum Einstieg ermöglichen sollen. Im Fokus stehen abgeschieden angeordnete landwirtschaftliche Biogasanlagen (250 bis 2000 kW<sub>el</sub>). Es handelt sich also um die Anlagen, für die die Wärmenutzung bei der Festlegung des Standorts ursprünglich eine untergeordnete Rolle spielte. Das ist sicherlich nicht der Fall, falls eine der folgenden Möglichkeiten erwogen wird:

- die Nutzung der erzeugten Wärme im Rahmen eines Nah-/Fernwärmenetzes oder
- die Fortleitung des schwach aufbereiteten Biogases mittels eigener Leitung zu Wärmegroßverbrauchern oder
- eine intensive Aufbereitung zwecks Einspeisung des erzeugten Biomethans in Erdgasnetze.

Diese Optionen sind deshalb außerhalb der Betrachtungen geblieben. Ebenso sind Konzepte ausgeklammert worden, die so anspruchsvoll sind, dass sie nicht ohne weiteres zu einer beliebigen Biogasanlage ergänzt werden können oder deren installierte Produktionskapazität bereits die bestehende Nachfrage abdeckt. Hierzu zählen beispielsweise die Erzeugung

- biologisch abbaubarer Kunststoffe,
- von Einblasdämmstoff aus Gräsern,
- von Hefe.



Im Mittelpunkt stehen Anhaltspunkte zur technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit. Dabei ist Wert darauf gelegt worden, die jeweilige Einschätzung mithilfe von Diagrammen, Klassifikationen und Beispielrechnungen zu unterstützen. Aber in Anbetracht der Vielfalt der bestehenden Varianten und Randbedingungen stößt die Pauschalierung bei einigen Optionen sehr schnell auf Grenzen. In diesen Fällen wird zumindest eine Orientierung dafür geboten, welche Betrachtungen zur Schaffung einer Einschätzungsbasis erforderlich sind bzw. welche Aspekte zur Bewertung im konkreten Fall berücksichtigt werden müssen.

Die Darstellungen zu den behandelten Optionen sind einem bestimmten Schema unterworfen worden, um sie besser untereinander vergleichbar zu machen. Trotz der kurz gehaltenen textlichen Beschreibung besteht der Anspruch, möglichst viele Aspekte zu nennen, die für die Planung und einen erfolgreichen Betrieb der jeweiligen Abwärmenutzung von Nutzen sind. Aus diesem Grund wurde eine tabellarische Darstellungsform gewählt. In der linken Spalte werden erklärungsnotwendige Betrachtungspunkte erläutert, während in der rechten Spalte eine Einordnung der jeweiligen Optionen in jeweilige Klassen (Invest, Platzbedarf, Betreuungsaufwand etc.) enthalten ist, die eine grobe, dafür aber übersichtliche Beurteilungsbasis bietet. Dabei ergänzen sich die Angaben beider Spalten.

Im Folgenden soll darauf eingegangen werden, warum einige der in der Untersuchung behandelten Optionen nicht mit in den Leitfaden aufgenommen wurden. Anschließend werden allgemein geltende rechtliche Gesichtspunkte dargelegt, die eng mit den Wärmenutzungsoptionen verknüpft sind. Schließlich werden die grundsätzlich erwägenswerten Möglichkeiten, die für abgelegene Standorte geeignet sein könnten, nacheinander dargestellt.

## 2. Ausgesonderte Optionen

Zu Beginn der Untersuchung wurden 17 verschiedene Wärmenutzungen für prüfenswert befunden. Davon sind schließlich zehn in den Leitfaden aufgenommen worden.

Darunter ist eine Option, die nur unter bestimmten Umständen wirtschaftlich sein wird: die Nachschaltung eines ORC-Moduls hinter dem BHKW-Motor. Das Problem dieser Kombination ist, dass hierfür im EEG die Ansprüche für den Erhalt eines Technologie- und KWK-Bonus so unscharf dargelegt sind, dass es unter Juristen und Herstellern sehr unterschiedliche Einschätzungen gibt. Wir tendieren zu der Auffassung, dass der KWK-Bonus nur in dem Maße einfließen kann, wie eine Wärmenutzung hinter diesem Kombiprozess stattfindet. Dann würden allerdings aufgrund der hohen Stromkennzahl (Verhältnis von KWK-Stromerzeugung zur damit korrespondierenden Wärmeenergieerzeugung) des Kombiprozesses relativ zur Wärmenutzung hohe KWK-Zuschüsse zustande kommen. Für den Technologiebonus wäre es an sich logisch, dass nur der Stromerzeugungsanteil der ORC-Anlage einfließen würde, weil sonst ein Anreiz bestände, den Stromerlös mit Hilfe eines sehr klein dimensionierten ORC-Aggregat zu steigern. Die Formulierung des aktuellen Gesetzestextes gibt dies indes nicht so klar wieder.



Für den Benutzer des Leitfadens wird es von Interesse sein zu erfahren, aus welchen Gründen Optionen nach weiterer Prüfung ausgeklammert geblieben sind. Hierdurch können zumindest ähnlich gelagerte Fehleinschätzungen vermieden werden bzw. kritische Aspekte in den Blickpunkt rücken. Im Einzelnen handelt es sich bei den ausgesonderten Optionen um

1. Mobiler Kältetransport
2. Bioethanolherstellung
3. Wirkstoffextraktion aus Pflanzen
4. Herstellung bzw. Regeneration von Adsorbentien
5. Fertiggerichtherstellung
6. Wärmeeinsatz in Röstereien

Die Granulation von nachwachsenden Rohstoffen, die ursprünglich als eigenständiger Bereich behandelt worden ist, ist jetzt in dem Abschnitt zur technischen Trocknung integriert, denn es handelt sich in allen Fällen um die Bereitstellung von Trocknungswärme zur Vorbereitung der Rohstoffe für die Pelletierung.

## 2.1 Mobiler Kältetransport

Unter den aktuellen Strompreisverhältnissen ist die mobile Kälteversorgung, die mit einem Straßentransport von Eisschlamm verbunden ist, gegenüber der konventionellen Kälteerzeugung nicht konkurrenzfähig. Die Kosten der Eisschlammherzeugung zehren bereits einen hohen Anteil des Kostenvorteils auf, der sich durch die günstige Wärmequelle ergibt, auch wenn hierfür eine mit Wärme betriebene Absorptionskältemaschine eingesetzt wird. Die pro Container transportierte Energiekapazität ist zudem geringer als beim mobilen Wärmetransport. Weiterhin ist aufgrund fehlender Erfahrungen mit einigen technischen Problemen zu rechnen, die zu weiteren Verteuerungen führen könnten. Beispielsweise stellt sich eine gleichmäßige Verteilung der Kälte in den Transportcontainern während der Beladung und der Entnahme nicht automatisch ein, sodass es leicht zu einer Eisblockbildung an den Tauscherflächen kommen kann, die die Kälteübertragung behindert.

## 2.2 Bioethanolherstellung

Aufgrund der aktuellen Importpreise und der deutschen Industriepreise ist die Wirtschaftlichkeit der Bioethanolherzeugung im Rahmen eines Biogas-BHKW nicht gegeben. Hohe Investitions- und Betriebskosten führen dazu, dass erst Anlagen mit einer Jahresproduktion von mindestens 5.000 m<sup>3</sup>/a bei einem annähernd durchgängigen Betrieb mit den Preisen der deutschen Bioethanol-Industrie konkurrieren können. Anlagen dieser Kapazität benötigen eine Wärmeleistung von über 1.500 kW. Die über möglichst viele Stunden des Jahres gestreckte Erzeugung erfordert wiederum einen hohen Automatisierungsgrad, weil sonst die Wirtschaftlichkeit durch hohe Lohnkostenanteile zunichte gemacht wird. Da aber kleine Anlagen bisher kampagnenweise betrieben werden, bestand bislang noch keine Notwendigkeit, derart automatisierte Anlagen zu entwickeln.



### **2.3 Wirkstoffextraktion aus Pflanzen**

Die hierfür erforderliche Anlage und deren Infrastruktur führen in dem relativ kleinen Maßstab zu so hohen Kosten, dass keine Rentabilität zu erreichen ist. Dazu tragen auch die hohen Personalkosten bei, weil die aufwändige und komplexe Prozesssteuerung eine ständige Aufsicht benötigt. Erschwerend kommt hinzu, dass einige Extraktionsverfahren patentiert sind und nur in Lizenz betrieben werden dürfen, was weitere Kosten nach sich ziehen würde. Bei einigen Pflanzen kann die Verarbeitung außerdem nur saisonal erfolgen. Durch die landwirtschaftliche Nähe können Probleme bei der Einhaltung der Qualitäts- und Hygienestandards auftreten.

### **2.4 Herstellung und Regenerierung von Adsorbentien**

Die Anwendung und Herstellung von Bioadsorbentien befinden sich zurzeit noch in der Entwicklung. Die Wirtschaftlichkeit eventueller Verfahren ist noch nicht abzusehen. Bei der Regenerierung kann man, aufgrund der erheblichen Investitionskosten nur von einer wirtschaftlichen Anlagenführung ausgehen, wenn eine Anlage als zentrale Reaktivierungsanlage mit hoher Auslastung bei kontinuierlicher Fahrweise in bestimmten Regionen errichtet wird.

### **2.5 Fertiggerichtherstellung**

Die Herstellung von Konserven und Halbkonserven ist bis zum Schritt der Pasteurisation und Sterilisation ein komplexer, aufeinander abgestimmter Prozess. Problematisch ist auch hier die Einhaltung hygienischer Standards und deren Überprüfung. Für die Pasteurisation ist eine Auslagerung aus einem lebensmittelverarbeitenden Betrieb durch erhöhte Anforderungen an hygienische Bedingungen nahezu ausgeschlossen. Ebenso behindert die Gepflogenheit einer „Just-in-Time“-Produktion eine Auslagerung von Teilprozessen an landwirtschaftliche Biogasanlagen, an denen ja eine möglichst gleichmäßige Wärmeabnahme erwünscht ist.

### **2.6 Wärmeeinsatz in Röstereien**

Eine kontinuierliche Wärmenutzung würde nur eine Großrösterei bieten können, für die aber die zur Verfügung stehende Leistung viel zu gering wäre. Die hohen Rösttemperaturen stellen eine weitere Schwierigkeit dar. Diese lässt sich zwar mit der Abgaswärme abdecken, jedoch ist dann entweder mit Akzeptanzproblemen zu rechnen oder die indirekte Übertragung hoher Temperaturen führt zu zusätzlichen Kosten und Effizienzeinbußen. Die Nische, die durch kleine Spezialröstereien gegeben ist, würde sich zwar von der zur Verfügung stehenden Wärmeleistung eignen, jedoch ist dieser Bereich durch diskontinuierlichen Betrieb gekennzeichnet und würde das Wärmeangebot dadurch nur unzureichend auslasten.



### 3. Rechtliche Aspekte

#### 3.1 Zugänglichkeit zum KWK-Bonus

Gemäß EEG §8 Abs.3 wird der KWK-Bonus gewährt, „soweit es sich um Strom im Sinne von §3 Abs. 4 des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes handelt“. Dort heißt es dann „KWK-Strom ist das rechnerische Produkt aus Nutzwärme und Stromkennzahl der KWK-Anlage.“ Dabei ist es wichtig, den Begriff „Nutzwärme“ zutreffend zu interpretieren. In dem Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG), auf das im EEG verwiesen wird, heißt es in §3 Abs. 6: „Nutzwärme ist die aus einem KWK-Prozess ausgekoppelte Wärme, die außerhalb der KWK-Anlage für die Raumheizung, die Warmwasserbereitung, die Kälteerzeugung oder als Prozesswärme verwendet wird“. Sinngemäß handelt sich um eine Wärmebedarfsdeckung, die sonst auch mit Heizöl oder Erdgas vorgenommen werden würde. Beispielsweise würde die Beheizung offener Fischteiche dieses Kriterium nicht erfüllen. Auch eine energetisch ineffiziente Trocknung, die die erwärmte Luft nach einer geringen Kontaktzeit mit dem Trockengut entweichen lässt (z.B. offener Satzrockner), könnte mit dem Kriterium kollidieren oder zumindest als Grenzfall gewertet werden. Indes ergibt sich ein erheblicher Ermessensspielraum und es hängt sehr von den Vorstellungen des jeweiligen Netzbetreibers ab, welche Grenzen in der Praxis gelten. Sicherlich würde dies bereits im Vorfeld eines Projektes abgeklärt werden können. Jedoch je näher sich der Fall an der Interpretationsgrenze befindet, desto eher besteht die Gefahr, dass eine spätere Rechtsprechung den Zugang zum KWK-Bonus erschwert, indem einzelne Urteile zu einer allmählich um sich greifenden Verschärfung führen. Auch eine Novellierung des EEG könnte zu einer regideren Auslegung des Begriffes Nutzwärme führen.

Bei einer Verwendung der Biogas-BHKW-Wärme in Nah-/Fernwärmenetzen sind bei der Anerkennung als KWK-Strom kaum Probleme zu befürchten. Die im üblichen Rahmen befindlichen Wärmeverluste in Wärmeverteilungsnetzen werden ebenfalls der Nutzwärme zugeordnet.

Aus der Begründung des EEG von 2004 geht hervor, dass der Wärmeeigenbedarf der Biogasanlage nicht als Nutzwärme gewertet werden soll. Hieraus ergibt sich ein Anreiz, die Eigenbedarfsdeckung durch eine gute Isolierung und eventuelle Wärmerückgewinnungsmaßnahmen zu optimieren, um mehr Wärme bonuswirksam für externe Zwecke bereitstellen zu können.

#### 3.2 Baurechtliche Genehmigung

Je mehr die Nutzung der Wärme als außerlandwirtschaftlich bzw. gewerblich einzustufen ist, stellt sich die Frage, ob dies an Standorten machbar ist, die genehmigungsrechtlich als privilegierte Außenanlagen entstanden sind. Aber offenbar stellt die nachträgliche Umwidmung zum gewerblichen Standort, die mit einer Änderung bzw. Erstellung eines Bebauungsplans verbunden ist, im Allgemeinen kein Problem dar. Vorbehalte aus der Nachbarschaft würden sich in erster Linie gegen neu hinzu kommende Biogasanlagen richten, weil z. B. Geruchsprobleme befürchtet werden. Zu einer bestehenden Biogasanlage eine Wärme nutzende Anlage zu ergänzen, ist nach bisherigen Erfahrungen weniger konfliktträchtig.

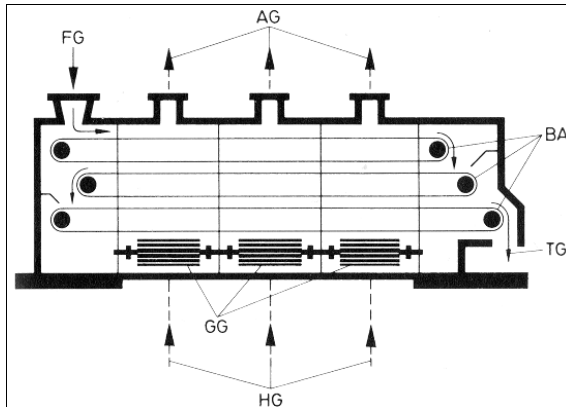


#### 4. Überblick zu den prinzipiell wirtschaftlich durchführbaren Optionen

<p><b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 250 – 2.000 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Die Qualität und Lagerfähigkeit sowie Haltbarkeit land- und forstwirtschaftlicher Produkte lässt sich durch eine technische Trocknung unter Verwendung erwärmter Luft absichern. Eine alternativ mögliche natürliche Trocknung ist sehr von der Witterung abhängig und kann zu erheblichen Verlusten führen. Im landwirtschaftsnahen Umfeld kommt grundsätzlich die Trocknung von Grüngut, Getreide, Kräutern und Energieholz in Frage. In walddreichen Gebieten kann weiterhin die Schnittholztrocknung in Frage kommen. Außerdem stellt die Trocknung von Grünschnitt aus der Landschaftspflege zwecks Aufbereitung zu Brennholz eine interessante Perspektive dar. Dabei ist zu beachten, dass einige der in Frage kommenden Produkte nur in kurzen Zeiträumen anfallen und dann auch sofort getrocknet werden müssen. So lassen sich von vornherein zwei Strategien für die Trocknung mit Biogas-BHKW-Abwärme ableiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es erfolgt eine Konzentration auf Produkte, die über möglichst lange Zeiträume zu behandeln sind oder</li> <li>- es werden Trocknungsanlagen eingesetzt, die sich für verschiedene Produkte eignen.</li> </ul> <p>Je nach Größe der Wärmemenge kann eine Trocknung für den Eigenbedarf, eine Lohn-trocknung oder eine Trocknung als Genossenschaftsmodell umgesetzt werden. Abhängig vom Trockengut können marktfähige Produkte erzeugt werden, die über eine Direktvermarktung oder den Großhandel vertrieben werden. Ebenso können Partnerschaften mit Sägewerken zur Schnittholztrocknung und zur Pelletproduktion eingegangen werden. Die Trocknung kann mit unterschiedlichen Anlagen durchgeführt werden.</p> <p><i>Satz-trockner</i> sind kostengünstig, weisen eine geringe Verarbeitungskapazität auf, bieten bei geringer Größe eine gewisse Flexibilität hinsichtlich der Eingangsprodukte und eignen sich damit gut für eine Deckung des Eigenbedarfs. Als Schwachpunkt ist die geringe Ausnutzung der eingesetzten Wärme zu sehen.</p> <p>Besonders vielseitig sind <i>Band-trockner</i> und <i>Schubwendetrockner</i> einsetzbar. Im Gegensatz zu Satz-trocknern erlauben sie eine gute Steuerung des Trocknungsablaufes und eine hohe Wärmeausnutzung. Allerdings werden sie nur für relativ große Verarbeitungsleistungen angeboten und weisen ein entsprechend hohes Investitionskostenniveau auf. Häufig im Einsatz befindliche Trommel-trockner, die an sich eine gleichmäßige Behandlung der Produkte erlauben, sind dagegen wenig für eine Nutzung der hier anfallenden Abwärme geeignet, weil sie eine höhere Temperatur benötigen. Für Schnitthölzer werden <i>Kammertrockner</i> benötigt. Die Beheizung aller Trocknerarten kann direkt mit dem Abgas aus der Verbrennung oder indirekt über Wärmetauscher erfolgen.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:  <input checked="" type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)  <input checked="" type="checkbox"/> 0.....1.....2.....3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum: Vegetationsperiode</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input type="checkbox"/> unempfindlich  <input checked="" type="checkbox"/> normal  <input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>

<p><b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b></p>	
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>                  Bei Satzrocknern wird das Trockengut chargenweise in fest eingebaute Trocknungskammern oder direkt auf dem Transportwagen getrocknet. Die Temperatur wird über die Kaltluftzufuhr zum Wärmetauscher geregelt. Bei den fest eingebauten Satzrocknern wird die heiße Luft von unten über Lochbleche eingeblasen, die mit Ladefahrzeugen befahren werden können. Die Wagentrockner können mit Luftverteilungsschläuchen versehen sein oder die beladenen Wagen werden über ein aufgesetztes Luftkanalsystem an die Warmluftbelüftung angeschlossen. Bei Wagentrocknern fallen somit keine Umladevorgänge an. Aufgrund der relativ geringen Investitionskosten mag ein saisonaler Betrieb vertretbar sein. Allerdings sollte die geringe Wärmenutzungseffizienz Anlass dafür sein, bei Wärmeangeboten von über 500 kW<sub>th</sub> auch andere Optionen zu prüfen. Grundsätzlich sind die Wagentrockner für die Trocknung von Getreidekörnern und Hackschnitzel geeignet. Stationäre Satzrockner sind auch bereits für die Trocknung von Kräutern im Wechsel mit Getreide und Hackschnitzel eingesetzt worden.</p> <div data-bbox="308 1039 911 1368" data-label="Image"> </div> <p><i>Wagentrockner (Satzrockner) mit aufgesetztem Luftkanalsystem</i>                  Quelle: [KRÖLL U. KAST 1989]</p> <p>Im Leistungsbereich ab 500 kW<sub>th</sub> kommen Bandrockner infrage. Sie bestehen aus einem geschlossenen Gehäuse und enthalten übereinander liegende Transportbänder, die eine lange Kontaktzeit mit der Trocknungsluft ermöglichen und zugleich für eine gute Produktdurchmischung sorgen. Sie können auch direkt mit heißen Abgasen versorgt werden und ein besonders großes Spektrum an Eingangsstoffen verarbeiten, zumal sich die Reaktionszeit über die Vortriebsgeschwindigkeit der Förderbänder und die Intensität über die Zulufttemperatur einstellen lässt. Als Durchlaufsystem benötigen sie Lagerkapazitäten für das Trockengut und je nach Logistik auch für das feuchte Inputmaterial.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> &lt; 60 °C</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</li> </ul> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b></p> <p><u>Abgas</u></p> <hr/> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)</li> <li><input type="checkbox"/> Wasserversorgung</li> <li><input type="checkbox"/> Abwasser</li> <li><input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)</li> <li><input type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul>

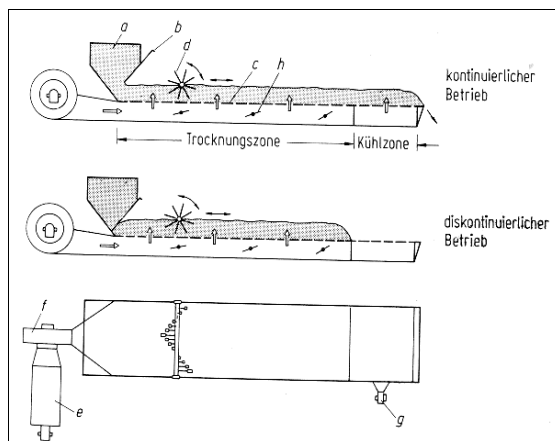
(Forts. Technische Beschreibung des Prozesses)



Schema eines dreistöckigen Bandrockners

FG: Feuchtgutzufluss, BA: Endlosband, TG: Trockengutentnahme, BA: Endlosband, GG: Gasgebläse, HG: Heißgaseintritt, AG: Abgasaustritt  
Quelle: [SATTLER 2001]

Schubwendetrockner weisen eine Ähnlichkeit zu den fest eingebauten Satzrocknern auf, die mit Hilfe von Schubvorrichtungen zu Durchlaufrocknern erweitert sind. Durch Steuerung der Produktzufuhr, regelbare Drosselklappen, die die Trocknungsluftverteilung steuern und Variation der Trocknungstemperatur lässt sich ein relativ hoher Regelungskomfort erschließen. Für einige Produkte kann es sinnvoll sein, sie am Ende des Trocknungsvorganges wieder auf Umgebungslufttemperatur herunter zu kühlen. Dies geschieht dann mit Hilfe eines Gebläses, das nur den hinteren Abschnitt belüftet. Sie eignen sich für viele Trocknungsgüter und eine Leistungsklasse von etwa 500 kW<sub>th</sub>. Gegenüber Bandrockner führen sie zu einer stärkeren Staubentwicklung und weisen einen geringeren Platzbedarf und Strombedarf auf.



Schema eines Schubwendetrockner

a: Feuchtgutvorratsbehälter, b: Dosierungsschieber, c: Rost mit Lochblechen, d: Schaufelwerk, e: Lufterhitzer, f: Trocknungsluftventilator, g: Kühlluftventilator, h: Drosselklappen  
Quelle: [KRÖLL U. KAST 1989]

<p><b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b></p>	
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b> Bei ganzjähriger Trocknung und mit zunehmender Kapazität der Anlage gewinnen logistische Aspekte an Bedeutung. Wird die Lagerhaltung von Trockengut und getrocknetem Endmaterial hauptsächlich bei Lieferanten und Kunden betrieben? Bei welcher Strategie werden die höchsten Erlöse erzielt? Wie nutze ich saisonale Preisschwankungen aus? Wie lassen sich verschiedene Trocknungsgüter am besten gestaffelt verarbeiten? Welche Anforderungen werden an die jeweiligen Lager gestellt? In welchem Maße genügen die vorhandenen Lagermöglichkeiten bereits den Anforderungen? Diese Fragen müssen in jedem Einzelfall geklärt werden. Außerdem müssen mit zunehmendem Transportbedarf Voraussetzungen für gute Zufahrtmöglichkeiten geschaffen werden.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b>  <input type="checkbox"/> Trecker  <input checked="" type="checkbox"/> Radlader  <input type="checkbox"/> Stapler  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige: LKW (Fremdfirma)</p>
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b> Die Trockner selbst benötigen relativ wenig Platz. Der Platzbedarf wird vielmehr von den erforderlichen Lager- und Rangierflächen geprägt. Es ist keine allgemeine Orientierung möglich, weil die individuell zustande kommenden Randbedingungen und verarbeiteten Trocknungsgüter ausschlaggebend sein werden. Beispielsweise spielt der Platzbedarf bei saisonaler Trocknung in Wagentrocknern und zusätzlich auch noch geringem Lagerbedarf kaum noch eine Rolle.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b>  <input type="checkbox"/> minimal  <input type="checkbox"/> Grundfläche: m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> Rangierfläche  <input type="checkbox"/> Halle: m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Lagerflächen</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Rohstofflager  <input checked="" type="checkbox"/> Warenlager  <input type="checkbox"/> Kühllager  <input type="checkbox"/> Reststofflager  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Betreuungsaufwand</b>  <input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung  <input checked="" type="checkbox"/> regelmäßig  <input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter  <input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>

<p><b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b></p>	
<p><b>Arbeitsablauf</b>                  Die Durchlauftrockner machen eine laufende Beschickung erforderlich, die von einem größeren Vorratslager aus automatisch erfolgen sollte. Auch das getrocknete Material sollte weitgehend automatisiert zu den Zwischen- oder Endlagern gelangen. In dem Maße wie die Qualität und Art der Trocknungsgüter schwankt muss der Trocknungsvorgang überwacht und gesteuert werden. Die Überwachungsintensität hängt neben dem Automatisierungsgrad der Anlage auch von der Empfindlichkeit der Trocknungsgüter ab. So sind Holzhackschnitzel im Gegensatz zu Kräutern wenig anspruchsvoll. Es ist ja generell eine hohe Auslastung der zur Verfügung stehenden Wärme anzustreben, jedoch ist diese zur Amortisation der teuren Bandtrockner besonders wichtig. Damit ist, falls 2.000 Trocknungsstunden pro Jahr überschritten werden sollen, ein Mehrschichtbetrieb erforderlich. Zur Betreuung des Trocknungsprozesses gehört auch, die Materialanlieferung und -abfuhr zu koordinieren.</p> <p>Bei Satzrocknern, die üblicherweise geringere Stoffströme verarbeiten, fallen die notwendigen Eingriffe in größeren Zeitabständen an, sodass diese Anlagen mehr oder weniger nebenbei betrieben werden können. Allerdings ist die Ausstattung der Anlagen i. A. auch so spärlich, dass die Beschickung und Entnahme bzw. bei Wagentrocknern der Anschluss an das Warmluftsystem im Allgemeinen mit relativ hohem Aufwand verbunden sind. Um den Anspruch auf den KWK-Bonus nicht zu verlieren ist gerade bei dieser Trocknungsart darauf zu achten, dass das Verhältnis zwischen Trockengutmengen und Wärmeeintrag noch in einem vernünftigen Verhältnis zueinander steht.</p>	<p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <p><input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung  <input checked="" type="checkbox"/> regelmäßig  <input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter  <input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b>                  Es bietet sich an, die Ausrichtung des landwirtschaftlichen Anbaus stärker an die gegebene Trocknungsmöglichkeit anzupassen und Anbauarten einzuführen, die durch die Veredelung und Qualitätssicherung eine verbesserte Erlösbasis bieten. Theoretisch ließen sich z. B. im Rahmen der Lagerung verdorbene Rohstoffe auch als Inputmaterial der Biogasanlage verwerten. Jedoch kann dies nach aktuellem Zuschnitt des EEG zu einer Gefährdung des NAWARO-Status führen.</p>	



Anwendungsgebiet: Trocknung	Finanzielle Details																																							
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b> Die Betrachtung ist nach den hauptsächlich vorkommenden Trocknungsgütern untergliedert:</p> <p><i>Grüngut</i> Hierbei handelt es sich um Gräser und Leguminosen, die insbesondere für die Tierfütterung Verwendung finden. Die Motive von einer überwiegend praktizierten Konservierung durch Silierung Abstand zu nehmen sind</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzeugung eines marktfähigen Produkts zum Vertrieb über den Großhandel oder zur Direktvermarktung</li> <li>- Verbesserung der Futtermittelqualität bzw. Erschließung einer höherwertigen Futtermittelart</li> <li>- Steigerung der flächenbezogenen Wertschöpfung durch Verringerung der Nährstoffverluste</li> </ul> <p>Auf der Basis eines hierfür gut geeigneten Bandrockners sind unter Einrechnung des KWK-Bonus etwa folgende Gestehungskosten für das zu Pellets verarbeitete Grüngut zu erwarten:</p> <p><i>Pelleterzeugungskosten aus Grüngut und mögliche Erlöse</i></p> <table border="1" data-bbox="309 1111 901 1415"> <thead> <tr> <th>Bandrockner</th> <th>500 kW<sub>th</sub></th> <th>2 MW<sub>th</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Fixe Stückkosten</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kapitalkosten Trockner</td> <td>129 €/t</td> <td>68 €/t</td> </tr> <tr> <td>Kapitalkosten sonst. Baumaßnahmen</td> <td>52 €/t</td> <td>27 €/t</td> </tr> <tr> <td><b>Variable Stückkosten</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Anbau u. Bergungskosten</td> <td>37 €/t</td> <td>37 €/t</td> </tr> <tr> <td>Stromkosten Trockner</td> <td>7 €/t</td> <td>7 €/t</td> </tr> <tr> <td>Stromkosten Pelletierung</td> <td>18 €/t</td> <td>18 €/t</td> </tr> <tr> <td>KWK-Bonus</td> <td>-43 €/t</td> <td>-43 €/t</td> </tr> <tr> <td><b>Summe</b></td> <td><b>199 €/t</b></td> <td><b>113 €/t</b></td> </tr> <tr> <td><b>Mögliche Erlöse</b></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Großhandel</td> <td colspan="2"><b>125 €/t</b></td> </tr> <tr> <td>Direktvertrieb</td> <td colspan="2"><b>170 €/t</b></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">bremer energie institut</p> <p>Dabei ist eine Auslastung des Bandrockners von gut 2.000 h/a zugrunde gelegt worden. Mit der größeren Kapazität lässt sich demnach eine wirtschaftliche Produktion aufbauen. Dabei hängt die erwirtschaftete Wärmegutschrift sehr von der Vermarktungsart der Grüngut-Pellets ab. Eine auf 1000 h/a reduzierte Auslastung des Bandrockners würde allerdings die Produktionskosten etwa um 100 €/t erhöhen.</p> <p><i>Energieholz</i> Hierbei handelt es sich um Pellets, Hackschnitzel und Scheitholz, die zum Heizen verwendet werden. Für die Trocknung des Pellet-Rohstoffs eignen sich insbesondere Bandrockner, für die Hackschnitzeltrocknung auch Satzrockner, wie z. B. Wagentrockner oder Absetzcontainer mit Lüftungsboden und Schubwendetrockner und für die Scheitholztrocknung in erster Linie Kammertrockner. Der Biogasanlagenbetreiber kann sich eine neue Einkommensquelle durch Vertrieb von Energieholz (insbesondere wenn er über eigenen Waldbesitz verfügt) oder durch Lohnrocknung erschließen.</p>	Bandrockner	500 kW <sub>th</sub>	2 MW <sub>th</sub>	<b>Fixe Stückkosten</b>			Kapitalkosten Trockner	129 €/t	68 €/t	Kapitalkosten sonst. Baumaßnahmen	52 €/t	27 €/t	<b>Variable Stückkosten</b>			Anbau u. Bergungskosten	37 €/t	37 €/t	Stromkosten Trockner	7 €/t	7 €/t	Stromkosten Pelletierung	18 €/t	18 €/t	KWK-Bonus	-43 €/t	-43 €/t	<b>Summe</b>	<b>199 €/t</b>	<b>113 €/t</b>	<b>Mögliche Erlöse</b>			Großhandel	<b>125 €/t</b>		Direktvertrieb	<b>170 €/t</b>		<p><b>Erlössituation</b></p> <p><input type="checkbox"/> akzeptabel <input checked="" type="checkbox"/> gut <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstendenz</b></p> <p><input type="checkbox"/> fallend <input type="checkbox"/> unverändert <input checked="" type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km) <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km) <input type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km) <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>
Bandrockner	500 kW <sub>th</sub>	2 MW <sub>th</sub>																																						
<b>Fixe Stückkosten</b>																																								
Kapitalkosten Trockner	129 €/t	68 €/t																																						
Kapitalkosten sonst. Baumaßnahmen	52 €/t	27 €/t																																						
<b>Variable Stückkosten</b>																																								
Anbau u. Bergungskosten	37 €/t	37 €/t																																						
Stromkosten Trockner	7 €/t	7 €/t																																						
Stromkosten Pelletierung	18 €/t	18 €/t																																						
KWK-Bonus	-43 €/t	-43 €/t																																						
<b>Summe</b>	<b>199 €/t</b>	<b>113 €/t</b>																																						
<b>Mögliche Erlöse</b>																																								
Großhandel	<b>125 €/t</b>																																							
Direktvertrieb	<b>170 €/t</b>																																							



(Forts. Erlössituation / Marktlage)

**Holz-Pellets** werden hauptsächlich aus Sägerestholz hergestellt. Dabei ist es üblich, die meist notwendige Vortrocknung (angestrebter Wassergehalt < 10%!) mithilfe von Sägerestholzfeuerung durchzuführen. Durch Einsatz von Biogas-BHKW-Abwärme für die technische Trocknung würden also Sägerestholz eingespart und damit der Pellet-Output gesteigert werden. Weiterhin ließe sich die Rohstoffbasis bei günstigem Abwärmeangebot steigern, indem auch Waldholz und Grünschnitt, die an sich höhere Wassergehalte aufweisen, für die Pellet-Produktion herangezogen werden. Bei Grünschnitt aus der Landschaftspflege handelt es sich meist um besonders feuchtes Rohmaterial (in den weiteren Berechnungen wird von 50% Feuchte ausgegangen), das bislang kaum für energetische Zwecke genutzt wird.

Abgesehen von Grünschnitt aus der Landschaftspflege, das nur bei sofortiger Verarbeitung als Brennstoff geeignet bleibt, ergeben sich bei den anderen Quellen zeitliche Spielräume für die Trocknung, sodass eine gute Auslastung des Abwärmeangebots erreicht werden kann.

In folgender Beispielrechnung wird eine Orientierung zu den Wirtschaftlichkeitsbedingungen der Sägerestholztrocknung geboten. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Pellet-Produktion in dem Sägewerk verbleibt und dass der Rohstoff zur Trocknung zum Biogasanlagenstandort transportiert wird. In dem Beispiel soll es sich um eine einfache Transportentfernung von 15 km gehen. Kosten für den Trockner selbst werden nicht berücksichtigt, weil dieser auch im Vergleichsfall, der Trocknung im Sägewerk, betrieben werden würde. Der Wärmebedarf eines Band- oder Schubwendetrockners ist zu 1,2 kWh<sub>th</sub>/kg Wasser berücksichtigt worden (hier wird von 35 % Ausgangsfeuchte ausgegangen). Unter Berücksichtigung von 57 €/t atro für das eingesparte Sägerestholz ergeben sich unter Einrechnung der Transportkosten etwa folgende Kosteneinsparungen:

*Kosteneinsparung bei der Holzpelletherzeugung durch Nutzung von Biogas-BHKW-Abwärme*

Sägerestholztrocknung	Einnahmen (€/t atro)	Basis
KWK-Bonus	9	Stromkennzahl 0,9; 1,2 kWh <sub>th</sub> /kg H <sub>2</sub> O
Brennstoffeinsparung	7	Sägerestholz 57 €/t atro; 0,125 t atro/t atro
Transportkosten	-6	15 km, 1,28 h/Zyklus
<b>Summe</b>	<b>10</b>	

bremer energie institut

Das sind 5% des üblichen Pelletpreises von etwa 200 €/t atro. Der Erlös für die bereitgestellte Wärme liegt damit im Bereich der Einnahme aus dem KWK-Bonus.

Die Pellet-Produktion aus Grünschnitt stellt eine sehr interessante Option dar, weil es sich um einen Rohstoff handelt, der bislang Entsorgungskosten aufwirft. Es bietet sich an, einen Kostenvergleich gegenüber dem üblichen Pellet-Rohstoff Sägerestholz zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit heran zu ziehen. Oft müssen bei Grünschnitt nicht einmal Transportkosten eingerechnet werden, weil diese auch in ähnlicher Höhe bei der Entsorgung (z.B. Kompostierung) anfallen. Aber um zusätzliche Transportkosten wirklich zu vermeiden, sollte die Pelletherstellung direkt an der



(Forts. Erlössituation / Marktlage)

Biogasanlage erfolgen. Die mit der Abwärmenutzung einhergehende Brennstoffeinsparung kann, wie in dem vorherigen Beispiel, auf der Basis von eingespartem Sägerestholz gutgeschrieben werden, weil dies der üblichen Eigenwärmebedarfsdeckung der Holzpellet-Herstellung entspricht. Es ist aber auch zu berücksichtigen, dass Grünschnitt-Pellets gegenüber Pellets aus Sägerestholz einen höheren Aschegehalt aufweisen, sodass dafür von niedrigeren Preisen ausgegangen werden sollte. Folgende Tabelle fasst die Einnahmenvorteile gegenüber einer üblichen Pellet-Produktion aus Sägerestholz anhand eines Beispiels zusammen:

*Kosteneinsparung bei der Pelleterzeugung aus Grünschnitt durch Nutzung von Biogas-BHKW-Abwärme*

Grünschnitttrocknung	Einnahmen (€/t atro)	Basis
KWK-Bonus	19	Stromkennzahl 0,9; 1,2 kWh <sub>th</sub> /kg H <sub>2</sub> O
Rohstoffkostenvorteil	57	Referenz Sägerestholz
Brennstoffeinsparung	7	Referenz Sägerestholztrocknung
Preisminderung wg. Aschegehalt um 20%	-40	20% von 200 €/t atro
<b>Summe</b>	<b>43</b>	

bremer energie institut

Der auf die t atro Rohstoff bezogene höhere KWK-Bonus gegenüber der Trocknung von Sägerestholz mit Hilfe von Abwärme kommt dadurch zustande, dass bei Grünschnitt pro t mehr Wärme benötigt wird. Insgesamt ergibt sich also eine wirtschaftlich interessante Perspektive, die zu einer Gutschrift von etwa 4 Ct/kWh für die Abwärme führen kann.

Bei Waldhackschnitzel als Rohstoff für die Pellet-Herstellung fallen mindestens Rohstoffkosten wie bei der Verwertung von Sägerestholz an, sodass der bei Grünschnitt aufgeführte Rohstoffkostenvorteil entfallen würde. Falls ebenfalls eine Preisminderung aufgrund erhöhten Aschegehalts von 40 €/t atro in Kauf genommen werden muss, würde dies keine Kostendeckung mehr ermöglichen.

**Hackschnitzel** würden sich aber auch für eine direkte Vermarktung an Betreiber von Feuerungsanlagen ab 50 kW eignen. Genauso wie für Holzpellets, die bereits in definierten Güteklassen gehandelt werden, lässt sich mit Hilfe der technischen Trocknung hierfür eine gleich bleibend hohe Brennstoffqualität mit einer Endfeuchte von etwa 20% sicherstellen. Eine natürliche Trocknung wäre sehr von der Witterung abhängig und zudem mit Substanzverlust durch Verrottung und Schimmelpilzbefall verbunden. In den weiteren Berechnungen wird von einem Substanzverlust von 4 % pro Monat und einer sechsmonatigen Lagerperiode ausgegangen. Der Preis für getrocknete Waldhackschnitzel liegt im Bereich von 75 €/t atro. Der vermiedene Substanzverlust wäre mit einer Gutschrift von 16 €/t atro und der KWK-Bonus mit weiteren 16 €/t atro zu bewerten. Da der Rohstoffpreis etwa 50 €/t atro betragen würde und außerdem noch Transportkosten und Lagerhaltung hinzukommen, müssen die Trocknungskosten im Wesentlichen mit Hilfe der genannten Gutschriften (16 €/t atro + 16 €/t atro = 32 €/t atro) abgedeckt werden. Dies lässt sich mit Bandtrocknern aufgrund hoher Fixkosten kaum erreichen, so dass nur kostengünstige Trockner hierfür in



(Forts. Erlössituation / Marktlage)

Frage kommen. Es müssen also besondere Umstände vorliegen, damit sich die technische Trocknung von Waldhackschnitzeln überhaupt lohnen kann.

Bei Grünschnitt als Rohstoff für die Herstellung von Hackschnitzeln sieht die Wirtschaftlichkeitsberechnung aus den gleichen Gründen, wie für Energieholz-Pellet-Erzeugung dargestellt, günstiger aus. Allerdings ist auch hierbei zu erwarten, dass dem KWK-Bonus von 16 €/t atro und der etwa 50 €/t atro umfassenden Rohstoffkosteneinsparung um etwa 15 €/t atro (20 % von 75 €/t atro) verminderte Verkaufserlöse aufgrund des höheren Aschegehalts gegenüber stehen. Die verbleibenden etwa 50 €/t atro würden für eine Trocknung mittels Bandrockner nur genügen, falls dieser etwa 5.000 h/a ausgelastet wäre und eine Wärmeleistung von mindestens 2 MW aufweisen würde. So kommen auch hierfür eher nur low cost-Lösungen für die technische Trocknung infrage.

**Scheitholz** weist zwar mit Preisen um 170 €/t atro ein erheblich höheres Preisniveau als Holzhackschnitzel auf, jedoch ist dies vor allem auf die höheren Rohstoff-, Aufbereitungs- und Logistikkosten zurückzuführen und bietet damit kaum zusätzlichen Spielraum für eine technische Trocknung. Die Trocknung würde am besten in Kammertrocknern durchgeführt werden. Falls eine Trocknung von 35% auf 20% Wassergehalt angestrebt wird, und die technische Trocknung alternativ mit Holz für 60 €/t atro erfolgen würde, dann würde die Gutschrift aus vermiedenem Brennstoffeinsatz für die Trocknung ca. 10 €/t atro und aus KWK-Bonus 12 €/t atro betragen. Abzüglich der einzurechnenden Transportkosten würde die durch Abwärmenutzung ermöglichte Kosteneinsparung dann im Bereich von 15 €/t atro liegen. Falls die Eingangsfeuchte des Rohmaterials 50 % statt 35% betragen würde, würde der wirtschaftliche Vorteil durch höhere Einnahmen aus dem KWK-Bonus und einer höheren Brennstoffeinsparung um den Faktor 2,6 ansteigen. Wenn eine natürliche Trocknung unter Dach als Referenzfall zu betrachten wäre, würde die Beurteilungen der Abwärmenutzung zu einem ganz anderen Ergebnis führen. Hieran wird deutlich, wie die Wirtschaftlichkeit von den Voraussetzungen des Einzelfalls abhängen.

*Schnittholztrocknung*

Die technische Schnittholztrocknung erfolgt üblicherweise in Sägewerken unter Einsatz von Sägerestholz für die dafür erforderliche Wärmeerzeugung. Die Trocknung mit Abwärme würde also Sägerestholz einsparen, das dann als Rohstoff für eine Holzpellet-Erzeugung zur Verfügung stände und eine Gutschrift aufgrund des KWK-Bonus einbringen. Da der Kammertrockner an der Biogasanlage errichtet werden müsste, wäre die Schnittholztrocknung im Allgemeinen mit zusätzlichen Transporten verbunden. Für eine Anfangsfeuchte von 60 % und eine Endfeuchte von 12 % und eine einfache Transportentfernung zwischen Sägewerk und Biogasanlage 15 km ergibt sich etwa folgendes Bild:

*Kosteneinsparung bei der Schnittholztrocknung durch Nutzung von Biogas-BHKW-Abwärme*

Schnittholztrocknung	Einnahmen (€/t atro)	Basis
KWK-Bonus	13	Stromkennzahl 0,9; 1,5 kWh <sub>th</sub> /kg H <sub>2</sub> O
Brennstoffeinsparung	10	Sägerestholz 57 €/t atro; 0,18 t atro/t atro
Transportkosten	-6	15 km, 1,92 h/Zyklus
<b>Summe</b>	<b>17</b>	

bremer energie institut



(Forts. Erlössituation / Marktlage)

Die Investitionskosten für den Kammertrockner müssen nicht weiter berücksichtigt werden, da sie auch im Referenzfall in gleicher Höhe anfallen.

*Kräutertrocknung*

Die Kräutertrocknung kann eine interessante Option zur Abwärmenutzung darstellen, wenn während der Vegetationszeit mehrmalige Ernten möglich sind und damit eine längere Auslastung der technischen Trocknung erreicht wird. Dies ist bei vielen Blatt- und Blütenfrüchten der Fall, während Wurzel- und Körnerfrüchte nur

(Forts. Erlössituation / Marktlage) einmal jährlich geerntet werden. Der Energiekostenanteil am fertigen Produkt ist oft sehr hoch. Folgende aus dem Jahr 2002 stammende Angaben bieten hierzu eine Orientierung, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Ölpreise inzwischen um mindestens 30 % angestiegen sind und die Energiekostenanteile damit zugenommen haben:

*Anteil der Energiekosten an den gesamten Herstellungskosten*

2002	Energiekostenanteil (%)
<b>Baldrian</b>	<b>51</b>
Bohnenkraut	31
<b>Dillspitzen</b>	<b>32</b>
<b>Kamille, 1. Ernte</b>	<b>33</b>
Petersilie, 1. Ernte	28
Pfefferminze, 1. Ernte	28
<b>Thymian, 1. Erntejahr</b>	<b>51</b>
<b>Majoran</b>	<b>46</b>
Zitronenmelisse, 1. Ernte	23
Arzneifenchel	23
Koriander	6
Kümmel	6

KTBL 2002

Allerdings ist zu beachten, dass der Markt sehr hohe Ansprüche stellt und auch der Anbau anspruchsvoll und arbeitsintensiv ist. Der Betreiber einer Biogasanlage muss daher entscheiden, ob er Kräuteraanbau und Trocknung selbst betreiben möchte, oder ob er die Abwärmetrocknung in Kooperation mit einem bestehenden Kräuteraanbaubetrieb etablieren will. Dabei ist auch die Kombination mehrerer Trocknungsprodukte zu prüfen, um die Auslastung des Trockners zu steigern. Die Produktion von Heil- und Gewürzkräutern erfolgt meist in Form eines Vertragsanbaus, um sich vor Preisschwankungen zu schützen. Der Anbau erfordert außerdem ein hohes Maß an Arbeitskräfteeinsatz und bei den eingesetzten Maschinen handelt es sich meist um teure Spezialgeräte. Allen Kräutern ist gemeinsam, dass sie zur möglichst weitestgehenden Erhaltung der Wirkstoffe schnellstmöglich nach der Ernte schonend auf eine Restfeuchte deutlich unter 15 % technisch getrocknet werden müssen. Bandtrockner und Schubwendetrockner sind hierfür gut geeignet. Es gibt aber auch Fälle, in denen Satzrockner zum Einsatz kommen. Der spezifische Energiebedarf für die Wasserverdampfung hängt sehr von den Kräutern ab und liegt im Allgemeinen zwischen 1,3 - 2,2 kWh<sub>th</sub>/kg Wasser. Aufgrund der Vielfalt der Rahmenbedingungen wird darauf verzichtet, eine Orientierung zur Wirtschaftlichkeit der Kräutertrocknung zu bieten.

*Getreidetrocknung*

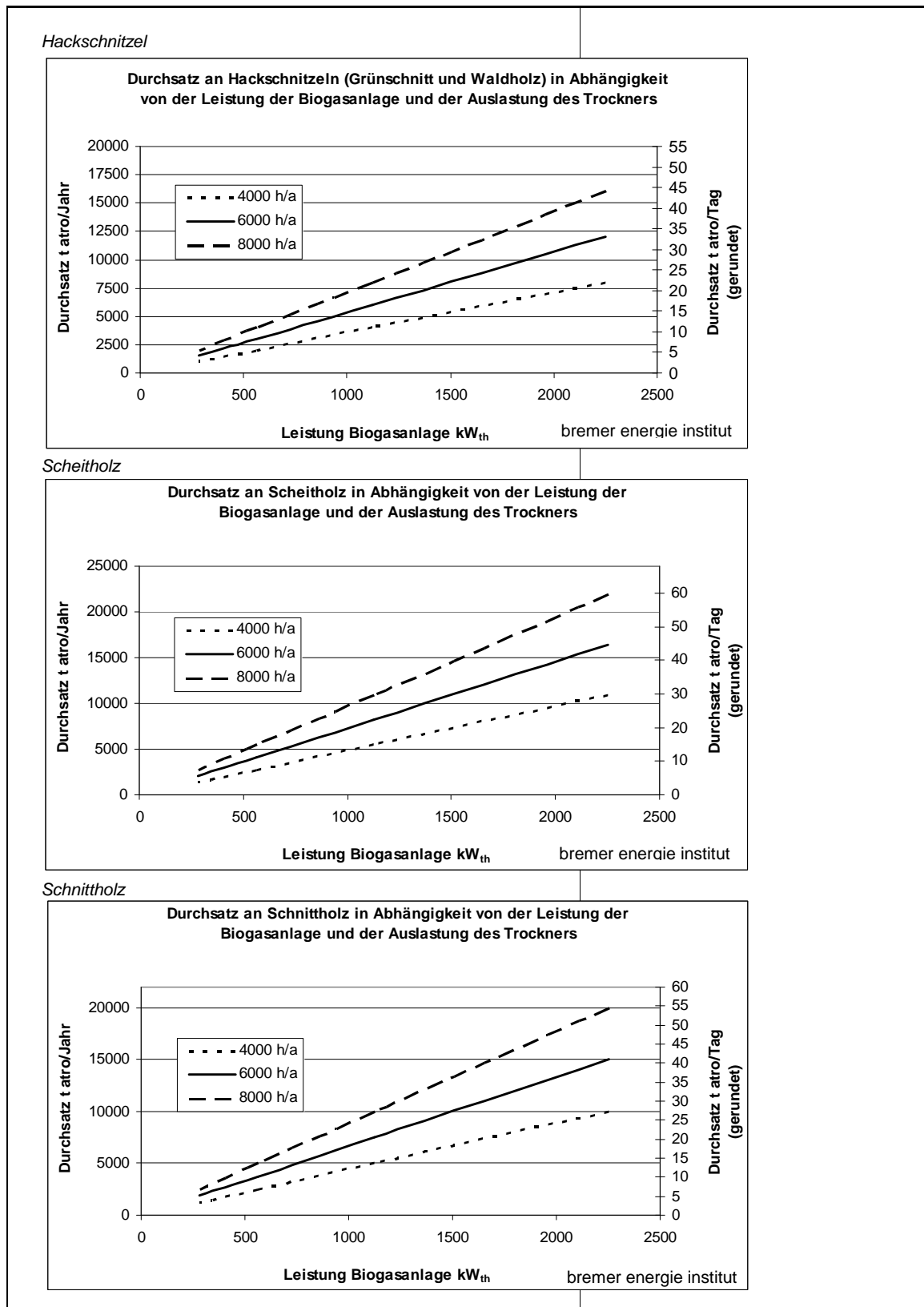
Die technische Trocknung von Getreide ist in der Landwirtschaft sehr weit verbreitet. Immerhin muss 50 % des jährlich in Deutschland



<p>(Forts. Erlössituation / Marktlage)</p> <p>geernteten Getreides technisch getrocknet werden, da es die für eine dauerhafte Lagerung erforderliche Feuchte von &lt; 14 % bis zur Ernte nicht erreicht hat. Die Getreidefeuchte kann bei der Ernte 16 - 22 % betragen, im Extremfall auch bis zu 30 %. Unter den Getreidearten ist die Trocknung von Körnermais aufgrund einer höheren Erntefeuchte besonders interessant. Für die Nutzung von Biogas-BHKW-Abwärme nachteilig ist, dass die Getreidetrocknung nur während der Ernteperiode stattfindet, sodass lediglich mit einer Auslastung der Abwärmenutzung von maximal 4 bis 6 Wochen im Jahr gerechnet werden kann. Daher stellt die Getreidetrocknung mit Biogas-BHKW-Abwärme nur eine sinnvolle Lösung dar, falls zusätzlich andere Möglichkeiten der Abwärmenutzung in Betracht kommen.</p> <p>Die technischen Ausführungen von Getreidetrocknern sind sehr variantenreich und reichen von kleinen, einfachen Satzrocknern über verschiedene Arten von Umlaufrocknern bis hin zu verschiedenen Durchlaufrocknern, wie z. B. den Dächerschachttrocknern, die als „Hochleistungstrockner“ bezeichnet werden können. Aber im Fall der Abwärmenutzung würde die Wahl der Trockner sich eher daran orientieren, was außerhalb der Getreideerntezeit getrocknet werden soll. Ebenso wird die Wirtschaftlichkeit vielmehr von der gesamten Auslastung der Trocknung und den wirtschaftlichen Bedingungen der übrigen Trocknungsgüter abhängen.</p> <p><i>Fazit</i></p> <p>Die hohen Ansprüche an eine gute Auslastung der zur Verfügung stehenden Wärme machen es sinnvoll, die Kombination von Einsatzstoffen für die technische Trocknung mit an den Anfang der Überlegungen zu stellen. Die wichtigsten Trocknungsoptionen sind hier zusammen gefasst:</p> <p>Sommer (kurzzeitig):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Getreide</li> <li>- Kräuter mit einmaliger Ernte je Vegetationsperiode</li> </ul> <p>Sommerhalbjahr:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grüngut</li> <li>- Kräuter mit mehrmaliger Ernte je Vegetationsperiode</li> </ul> <p>Winterhalbjahr:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grünschnitt aus der Landschaftspflege</li> </ul> <p>Ganzjährig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schnittholz</li> <li>- Energieholz (außer Grünschnitt)</li> </ul> <p>Eine hohe Auslastung sorgt zugleich für eine Senkung der fixen Kostenanteile und bietet den Spielraum für einen Einsatz besonders effizienter Trockner, wie den Bandrockner und den Schubwendetrockner. Für die Schnittholz- und Scheitholztrocknung eignen sich allerdings eher Kammertrockner.</p>	
<p><b>Risiken</b></p> <p>Es wird davon ausgegangen, dass die abwärmebetriebene technische Trocknung nur in Fällen zum Zuge kommen würde, in denen ohnehin eine Trocknung erforderlich wäre. So können sich die Risiken nur auf die technischen Unterschiede zur konventionellen Trocknung und die jeweiligen Einflüsse auf die Betriebskosten beziehen. Da die gängigsten Trocknerarten als technisch ausgereift gelten können, sind keine besonderen Risiken zu erwarten.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Technik</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Markt</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Anerkennung der KWK-Bonusfähigkeit</li> </ul>



<b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b>	
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b>                  Im Folgenden lassen sich für die betrachteten Trocknungsgüter die erforderlichen Verarbeitungskapazitäten ablesen, die für eine Auslastung des jeweiligen Wärmeangebots erforderlich wären. Dabei sind die bereits im Abschnitt <b>Erlössituation / Marktlage</b> berücksichtigten Eckdaten eingeflossen (Anfangs-, Endfeuchte, spezifischer Wärmebedarf, ...). Welche Verarbeitungsmenge im Einzelfall schließlich optimal wäre, hängt nicht allein vom Auslastungsgrad der zur Verfügung stehenden Wärme ab, sondern auch von der Verfügbarkeit und der Kostensituation der Trockengüter.</p> <p><i>Pellets</i>                  - aus Sägereestholz:</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ &lt; 50.000 €</li> <li>■ 50.000 - 200.000 €</li> <li>■ 200.000 - 500.000 €</li> <li>■ &gt; 500.000 €</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Durchsatz an Sägereestholz zur Pelletherstellung in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners</b></p> <p style="text-align: right;">bremer energie institut</p> <p>- aus Grünschnitt:</p>
<p style="text-align: center;"><b>Durchsatz an Grünschnitt zur Pelletherstellung in Abhängigkeit von der Leistung der Biogasanlage und der Auslastung des Trockners</b></p> <p style="text-align: right;">bremer energie institut</p>	



<p>Getreide</p> <p><b>Erforderliche Getreideerntemenge in Abhängigkeit von der Dauer der Trocknungsperiode und der Anlagenleistung</b></p> <p>Erntegutmenge t</p> <p>Leistung Biogasanlage kW<sub>th</sub></p> <p>bremer energie institut</p>	
<p>Die spezifischen Investitionskosten der Bandrockner, die zwar vielfältig einsetzbar sind, aber auch besonders teuer in der Anschaffung sind, lassen sich aus folgendem Diagramm ablesen:</p>	
<p><b>Spezifische Investitionskosten von Bandrocknern</b></p> <p>Spezifische Investitionskosten €/kW<sub>th</sub></p> <p>Trocknerleistung kW<sub>th</sub></p> <p>bremer energie institut</p>	
<p>Für einen Bandrockner mit einer Wärmeleistung von 1 MW ist demnach mit einer Investition von 700.000 € zu rechnen. Die übrigen Investitionsposten wie die für Lager und Gebäude hängen sehr von den individuellen Gegebenheiten ab und lassen sich nicht pauschal angeben.</p>	



<b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b>	
<b>Erforderliche Randbedingungen</b> Möglichst gestreckte Trocknungsperioden aufgrund unproblematischer Zwischenlagerung, mehrmaliger jährlicher Ernte oder ganzjährigem Anfall des Rohstoffes bzw. durch eine zeitliche Staffelung von zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Trockengütern.	
<b>Hemmnisse</b> Aufgrund der Nähe zu üblichen Produktionszweigen der Landwirtschaft sind keine besonderen Hemmnisse zu erwarten. Da die Biogasanlage meist auch in größerem Abstand zur Wohnbebauung steht, dürften sich die Hemmnisse, die aus einer Staub- oder Lärmbelastung herrühren könnten, auch in Grenzen halten.	
<b>Herstelleradressen (nicht vollständig)</b>  STELA Laxhuber GmbH Öttingerstr. 2 84323 Massing Tel.: +49 (0) 8724-899 0 Fax: +49 (0) 8724-899 80 sales@stela.de www.stela.de  Hans Binder Maschinenbau GmbH Isarstrasse 8 85417 Marzling-Freising Tel. +49 (0) 8161-96 810 Fax +49 (0) 8161-96 81 12 info@hans-binder.de www.binder-trockner.de  <b>Anlagenbauer (nicht vollständig)</b> [viel Eigenbau, nichts bekannt]	
<b>Projektbeispiele</b> [Unterlagen sichten] Agrar-Energie Oberhausen GmbH & Co. KG Henning Wrigge Oberhausen 8 29683 Fallingbostel wrigge@t-online.de  Bioenergie Hamlar GmbH Rudolf-Grenzbach-Str. 20 86663 Asbach-Bäumenheim Tel.: +49 (0) 906-9999772	



<p><b>Anwendungsgebiet: Trocknung</b></p>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>M. Bauer, K. Hartmann, K. Meyer, M. Nelles, K. Reffelt und U. Sowitzki: <i>Verbesserung der Qualität von Holzhackschnitzeln aus der Landschaftspflege für die energetische Verwendung</i>, Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen, Göttingen [u.a.], 2005  <a href="http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb06/505730774.pdf">http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb06/505730774.pdf</a></p> <p>DIN 14961, Deutsches Institut für Normung e.V.: <i>Vornorm Feste Biobrennstoffe – Brennstoffspezifikationen und -klassen; Deutsche Fassung CEN/TS 14961:2005</i>, Beuth Verlag, Berlin, 2005</p> <p>Energie &amp; Management (Hrsg.): <i>Kräuter für besseres Klima – BHKW des Monats</i>, Energie &amp; Management, 15.10.2005, S.17, Energie &amp; Management Verlagsgesellschaft, Herrsching, 2005  <a href="http://www.bhkw-infozentrum.de/beispiele/bhkw_des_monats_10_2005.pdf">http://www.bhkw-infozentrum.de/beispiele/bhkw_des_monats_10_2005.pdf</a></p> <p>Eurostat 2006: Tabelle: NRG_PC_203 = Gas - Industrieabnehmer - halbjährliche Preise  <a href="http://epp.eurostat.ec.europa.eu/extraCtion/evalight/EVAlign.jsp?A=1&amp;language=de&amp;root=/theme8/nrg/nrg_pc_203">http://epp.eurostat.ec.europa.eu/extraCtion/evalight/EVAlign.jsp?A=1&amp;language=de&amp;root=/theme8/nrg/nrg_pc_203</a> (01.12.2006)</p> <p>Dr. T. Fischer, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern), Garching, (Persönliche Mitteilung 18.05.2006)</p> <p>B. Franzen und S. Palzer: <i>Vergleichende Analyse ausgeführter Holzhackschnitzelfeuerungen in Rheinland-Pfalz - Abschlussbericht</i>, Fachhochschule Trier, Trier, 2002  <a href="http://www.energie-biomasse.de/fhtrier/studie.pdf">http://www.energie-biomasse.de/fhtrier/studie.pdf</a></p> <p>Jahresbericht 2005 – <i>Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft</i>, ISSN 0936-6707, Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Trippstadt  <a href="http://www.uni-kl.de/FVA/de/seiten/jahresbericht/2005/Jahresbericht-2005.pdf">http://www.uni-kl.de/FVA/de/seiten/jahresbericht/2005/Jahresbericht-2005.pdf</a> (14.08.2006)</p> <p>Internetseite der Holz Olsberg GmbH  <a href="http://www.holzpellet.com/deutsch/ueberuns_s2.htm">http://www.holzpellet.com/deutsch/ueberuns_s2.htm</a> (13.08.2006)</p> <p>Internetseite der Holz Olsberg GmbH  <a href="http://www.holzpellet.com/deutsch/produkte_pellet_h.htm">http://www.holzpellet.com/deutsch/produkte_pellet_h.htm</a> (13.08.2006)</p> <p>J. Ketter: <i>Biogene Festbrennstoffe, Aufbereitung – Charakterisierung – Verbrennung, Referat zur 12. Witzenhäuser Konferenz „ENERGIEWENDE Chancen für die Landwirtschaft“ am 02.12.2003</i>, Innovas Innovative Energie- und Umwelttechnik GbR, München  <a href="http://www.innovas.com/Biomasseanlagen/pdf/Biogene_Festbrennstoffe.pdf">http://www.innovas.com/Biomasseanlagen/pdf/Biogene_Festbrennstoffe.pdf</a> (13.08.2006)</p> <p>[KRÖLL U. KAST 1989] K. Kröll und W. Kast: <i>Trocknungstechnik Bd. 3, Trocknen und Trockner in der Produktion</i>, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1989</p> <p>[KTBL 2002] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.): <i>Datensammlung Heil- und Gewürzpflanzen</i>, 1. Auflage, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, 2002</p> <p>Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): <i>Faustzahlen für die Landwirtschaft</i>, 13. Auflage, KTBL, Darmstadt, 2005</p> <p>Korrigierte Fassung der Tabelle in [KTBL 2005], S.275, KTBL, Darmstadt, 2005</p> <p>Maschinenkosten-Rechner des KTBL, Online-Version  <a href="http://www.ktbl.de/CF/makost/makost.cfm?makost=m_num+between+10000+and+11999">http://www.ktbl.de/CF/makost/makost.cfm?makost=m_num+between+10000+and+11999</a> (23.01.2007)</p> <p>M. Kubessa (Hrsg.): <i>Energiekennwerte: Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb</i>, Brandenburgische Energiespar-Agentur, Potsdam, 1998</p>	



Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Hrsg.): *Hackschnitzel richtig lagern! – LWF Merkblatt Nr. 11 Dezember 2002*, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, 2002  
[http://www.waldwissen.net/themen/holz\\_markt/holzlagerung\\_holzkonservierung/lwf\\_merkblatt\\_11\\_2003.pdf](http://www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holzlagerung_holzkonservierung/lwf_merkblatt_11_2003.pdf)

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Hrsg.): *Der Energieinhalt von Holz und seine Bewertung – LWF Merkblatt Nr. 12 Dezember 2003*, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, 2003  
[http://www.waldwissen.net/themen/holz\\_markt/holzenergie/lwf\\_merkblatt\\_12\\_2003.pdf](http://www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holzenergie/lwf_merkblatt_12_2003.pdf)

Informationen zu Hackschnitzel, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft  
[http://www.waldwissen.net/themen/holz\\_markt/holzenergie/lwf\\_hackschnitzel\\_2005\\_DE](http://www.waldwissen.net/themen/holz_markt/holzenergie/lwf_hackschnitzel_2005_DE) (13.08.2006)

R. Marutzky und K. Seeger: *Energie aus Holz und anderer Biomasse*, DRW-Verlag Weinbrenner, Leinfeld-Echterdingen, 1999

J. Neuß und B. Pietzsch: *Nutzung der Überschusswärme einer landwirtschaftlichen Biogasanlage in Kombination mit landwirtschaftlichen Produktionsabläufen – Erläuterungsbericht*, BOSZ-BIO-ENERGIE GmbH [u.a.], Freilingen, 2002  
<http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb05/48380665X.pdf>

[SATTLER 2001] K. Sattler: *Thermische Trennverfahren*, 3. Auflage, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2001

R. Stein: *Blockheizkraftwerke: Ein Leitfaden für den Anwender*, 4. Auflage, TÜV-Verlag, Köln, 1999

Bandrockner-Produktinformationsbroschüre, Stela Laxhuber GmbH  
[http://stela.de/content\\_deutsch/bandrockner\\_d/bandrockner\\_prospekte\\_d/stela\\_bandrockner.pdf](http://stela.de/content_deutsch/bandrockner_d/bandrockner_prospekte_d/stela_bandrockner.pdf)  
(24.11.2006)

Informationsbroschüre zur Trocknung mit Biogas-BHKW-Abwärme, Stela Laxhuber GmbH  
[http://stela.de/content\\_deutsch/bandrockner\\_d/bhkw\\_abwaermenutzung\\_d/bhkw\\_abwaermenutzung\\_prospekt\\_d/BHKW\\_Web\\_d.pdf](http://stela.de/content_deutsch/bandrockner_d/bhkw_abwaermenutzung_d/bhkw_abwaermenutzung_prospekt_d/BHKW_Web_d.pdf) (13.08.2006)

F. Straub: *Nutzung von Abwärme aus einem Dampf-Heizkraftwerk zur energieoptimierten Trocknung von Grünholz*, Dissertation Technische Universität München, 2002  
<http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/mw/2002/straub.pdf>

T. Tech, P. Bodden und J. Albert: *Rationelle Energienutzung im Holzbe- und verarbeitenden Gewerbe*, Vieweg Verlag, Braunschweig Wiesbaden, 2003

M. Terlecki - Brunnbauer: *Trocknung von Hackschnitzel mittels Abwärme*, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Wien, 1997

T. Trübswetter: *Holzrocknung*, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München Wien, 2006

S. Wittkopf: *Bereitstellung von Hackgut zur thermischen Verwertung durch Forstbetriebe in Bayern*, Dissertation Technische Universität München, 2005  
[http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=977700607&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=977700607.pdf](http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=977700607&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=977700607.pdf)

F. Wolff: *Biomasse in Baden-Württemberg – ein Beitrag zur wirtschaftlichen Nutzung der Ressource Holz als Energieträger*, Dissertation Universität Karlsruhe (TH), 2005  
<http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/vvv/2004/wiwi/7/7.pdf>



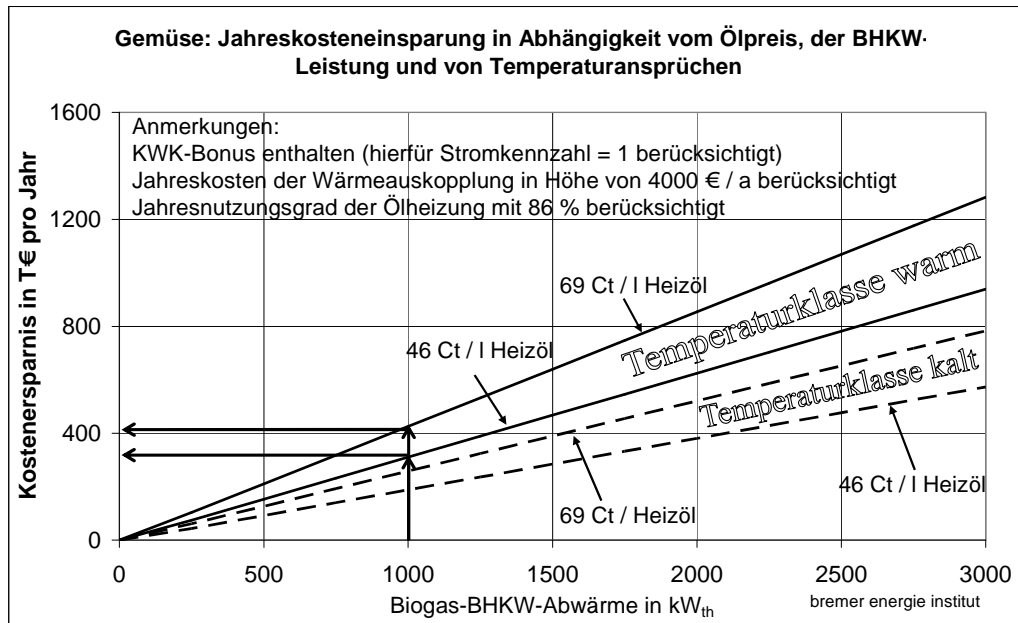
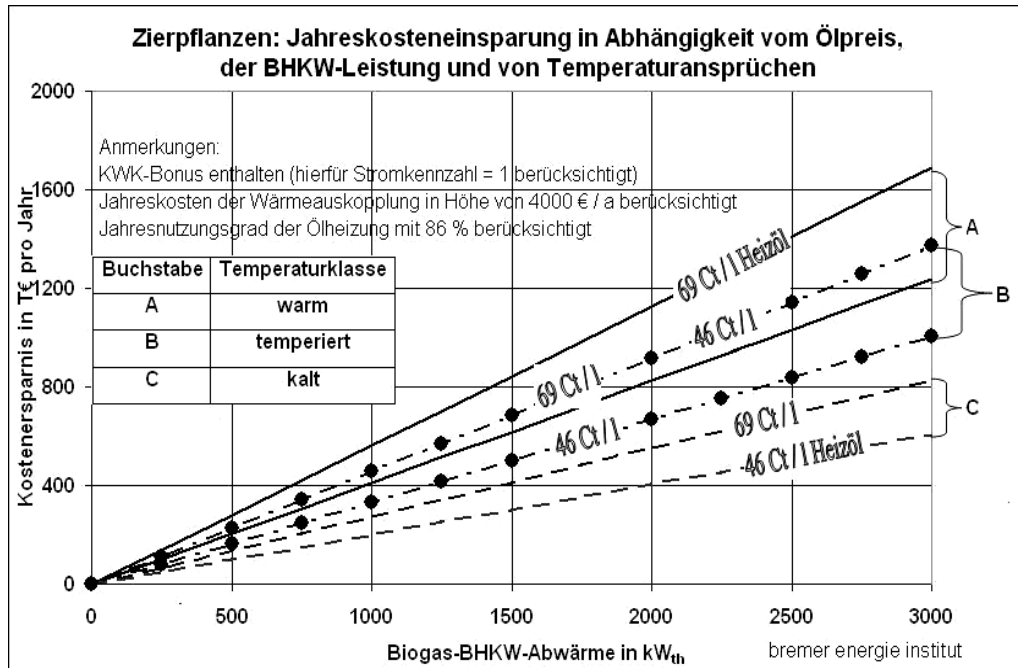
<p><b>Anwendungsgebiet: Gewächshausbeheizung</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 250 – 1.500 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Aufgrund der relativ hohen Investitionskosten für Wärmeleitungen sollte das Gewächshaus in der Nähe der Biogasanlage errichtet werden. Dabei geht es um Gewächshausgrößen, die nicht ohne weiteres als zusätzlichen Erwerbszweig in einen landwirtschaftlichen Betrieb eingegliedert werden. Denkbar ist aber, dass ein in einem Umkreis von 15 km Entfernung angesiedelter Gartenbaubetrieb ohnehin vorgesehene Gewächshäuser neben der Biogasanlage errichtet, um mindestens einen Teil des Wärmebedarfs mit preisgünstiger Wärme abzudecken. Dabei ist die sinnvolle Größe der Gewächshäuser vom Wärmeangebot des Biogas-BHKW und zusätzlich von der Bauart und den für die jeweiligen Pflanzenkulturen benötigten Temperaturen abhängig. Das Biogas-BHKW wird dann die Wärmegrundlast abdecken. Es ist davon auszugehen, dass der Betreiber der Biogasanlage die Kosten der Errichtung und Instandhaltung der Wärmeleitung tragen würde. Zur Abdeckung der Wärmebedarfsspitzen und als Reserveeinheit wird zusätzlich ein mit fossilen Energien betriebener Heizkessel benötigt. Dieser würde eher von dem Gewächshausbetreiber investiert und unterhalten werden.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:                  _____  <input checked="" type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input checked="" type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)  <input checked="" type="checkbox"/> 0 ..... 1 ..... 2 ..... 3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum:                  _____</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input type="checkbox"/> unempfindlich  <input checked="" type="checkbox"/> normal  <input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>                  Über eine kurze Wärmeleitung wird dem Heizsystem der Gewächshäuser Grundlastwärme zur Verfügung gestellt. Die Wärmeübergabestelle inklusive Messeinrichtung wird üblicherweise im Kesselhaus des Gewächshauses sein. Im Sommerhalbjahr wird es weiterhin Wärmeüberschüsse geben.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b>  <input type="checkbox"/> &lt; 60 °C  <input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C  <input type="checkbox"/> 95 - 120 °C  <input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b>                  _____                  Wasser</p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)  <input checked="" type="checkbox"/> Wasserversorgung  <input type="checkbox"/> Abwasser  <input checked="" type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b>                  Das Baugrundstück sollte möglichst ohne große Neigungen und windgeschützt sein. Schattenwurf auf das Grundstück (mit Ausnahme der Nordseite) ist zu vermeiden. Eine Zufahrtsmöglichkeit zum Gewächshaus muss gewährleistet sein. Die erforderlichen Arbeitsgeräte richten sich nach Gewächshausgröße und angebaute Kultur.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b>  <input type="checkbox"/> ja  <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b>  <input type="checkbox"/> Trecker  <input type="checkbox"/> Radlader  <input type="checkbox"/> Stapler  <input type="checkbox"/> Sonstige:</p>

<b>Anwendungsgebiet: Gewächshausbeheizung</b>																									
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b>                  Der Platzbedarf des Gewächshauses ergibt sich aus dem Wärmeangebot des Biogas-BHKW's und dem Wärmebedarf der vorgesehenen Pflanzen. Geht man davon aus, dass das Biogas-BHKW 1.200 kW<sub>th</sub> an das Gewächshaus liefert und Gemüse der Temperaturanspruchs-kategorie „warm“ angebaut wird, kann man von einer Gewächshaus-grundfläche von ca. 20.000 m<sup>2</sup> ausgehen (siehe folgende Abbildung). Der mit Abwärme realisierte Deckungsanteil des Wärmebedarfs ent-spricht dann etwa 70 %. Wie aus der folgenden Abbildung hervor-geht, ist der Einfluss des Temperaturbedarfs der jeweiligen Pflanzen-gruppen recht hoch. Zusätzlicher Platzbedarf für einen Geräte-schuppen, Kesselhaus und ein Brennstofflager für den Spitzenlast-kessel ist einzuplanen.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> minimal</li> <li><input type="checkbox"/> Grundfläche: m<sup>2</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Rangierfläche</li> <li><input type="checkbox"/> Halle: m<sup>2</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul>																								
	<p><b>Lagerflächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rohstofflager</li> <li><input type="checkbox"/> Warenlager</li> <li><input type="checkbox"/> Kühllager</li> <li><input type="checkbox"/> Reststofflager</li> <li><input type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul>																								
	<p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung</li> <li><input type="checkbox"/> regelmäßig</li> <li><input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</li> </ul>																								
<p><b>Anzustrebende Gewächshausgrundfläche in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden BHKW-Abwärme zur Abdeckung des Grundlast Wärmebedarfs</b></p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>Grafik</th> <th>Temperaturklasse</th> <th>Vh / a</th> <th>Deckungs-anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>—</td> <td>Gemüse warm</td> <td>4.300</td> <td>69 %</td> </tr> <tr> <td>- - -</td> <td>Zierpflanzen warm</td> <td>5.600</td> <td>63 %</td> </tr> <tr> <td>· · ·</td> <td>Zierpflanzen temp</td> <td>4.600</td> <td>68 %</td> </tr> <tr> <td>- · - ·</td> <td>Gemüse kalt</td> <td>2.600</td> <td>74 %</td> </tr> <tr> <td>- - - -</td> <td>Zierpflanzen kalt</td> <td>2.800</td> <td>72 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Basis: Venlo-Typ                  Standort Hannover, Auslegungsaußentemperatur: -14° C</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">bremer energie institut</p>		Grafik	Temperaturklasse	Vh / a	Deckungs-anteil	—	Gemüse warm	4.300	69 %	- - -	Zierpflanzen warm	5.600	63 %	· · ·	Zierpflanzen temp	4.600	68 %	- · - ·	Gemüse kalt	2.600	74 %	- - - -	Zierpflanzen kalt	2.800	72 %
Grafik	Temperaturklasse	Vh / a	Deckungs-anteil																						
—	Gemüse warm	4.300	69 %																						
- - -	Zierpflanzen warm	5.600	63 %																						
· · ·	Zierpflanzen temp	4.600	68 %																						
- · - ·	Gemüse kalt	2.600	74 %																						
- - - -	Zierpflanzen kalt	2.800	72 %																						
<p><b>Arbeitsablauf</b>                  Der Biogasanlagenbetreiber ist üblicherweise nur für die Wärmever-sorgung und die Wartung des Nahwärmenetzes verantwortlich. Die Bewirtschaftung des Gewächshauses wird voll in der Hand des Gartenbaubetriebes liegen</p>																									
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b>                  Verknüpfungen mit der Landwirtschaft sind eher nur zu erwarten, wenn das Gewächshaus auch von dem Biogasanlagenbetreiber bewirtschaftet wird.</p>																									



Anwendungsgebiet: Gewächshausbeheizung	Finanzielle Details
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b>                      Aufgrund der geringeren Kosten der Biogasanlagen-BHKW-Abwärme im Vergleich zu einer konventionellen Ölheizung ist mit einer recht hohen Akzeptanz bei Gewächshausbetreibern zu rechnen. Der mit der Auslagerung verbundene Fahraufwand kann sich aber als ernst zu nehmendes Hindernis erweisen. Für den zwischen Biogas-BHKW- und Gewächshausbetreiber zu verhandelnden Wärmepreis kann der bestehende Kostenvorteil, bereinigt um einen evtl. Mehraufwand des Gewächshausbetreibers, als Basis genutzt werden. Der Kostenvorteil lässt sich in den folgenden Diagrammen für Zierpflanzen und für Gemüse ablesen. Die Nutzung des Diagramms soll an folgendem Beispiel erklärt werden:                      Es wird angenommen, dass der Wärmeüberschuss einer Leistung von 1.000 kW<sub>th</sub> entspricht und dass Gemüse angebaut wird, welches in die Temperaturklasse „warm“ fällt (z.B. Tomaten).                      Bei einem hohen Ölpreis von 69 Cent pro Liter würde ein Kostenvorteil von 400.000 € pro Jahr entstehen. Bei einem niedrigen Ölpreis von 46 Cent pro Liter würde der Kostenvorteil circa 300.000 € pro Jahr betragen.</p>	<p><b>Erlössituation</b>  <input type="checkbox"/> akzeptabel  <input type="checkbox"/> gut  <input checked="" type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstitendenz</b>  <input type="checkbox"/> fallend  <input type="checkbox"/> unverändert  <input checked="" type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>

(Forts. Erlössituation/ Marktlage)





<b>Anwendungsgebiet: Gewächshausbeheizung</b>	
<p><b>Risiken</b> Lediglich der Investor und Betreiber der Gewächshäuser ist größeren Marktrisiken ausgesetzt. So spricht auch unter diesem Aspekt einiges dafür, dass es sich um einen Betreiber handelt, der die entsprechende Marktdynamik im Unterglasgartenbau gut einschätzen kann. Unter der Prämisse, dass die gleiche Gewächshausfläche auch andernorts, z.B. am Standort des Gartenbaubetriebes entstanden werden würde, beinhaltet die Angliederung an eine Biogasanlage kein besonderes Marktrisiko.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <input type="checkbox"/> Technik <input type="checkbox"/> Markt <input type="checkbox"/> Sonstiges:
	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <input type="checkbox"/> < 50.000 € <input checked="" type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 € <input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 € <input type="checkbox"/> > 500.000 €
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b> Die sinnvolle Gewächshausanlagengröße in Abhängigkeit von der extern nutzbaren thermischen Leistung des Biogas-BHKW und der vorgesehenen Pflanzenarten ist bereits unter <b>Erforderlicher Platzbedarf</b> behandelt worden. Die Kosten der Gewächshäuser werden nicht gesondert behandelt, weil von der Prämisse ausgegangen wird, dass die Gewächshäuser sonst anderswo, z.B. am Standort des Gartenbaubetriebes, entstehen würden. Auch die Investitionen für den Spitzenlastkessel, der gleichzeitig auch als Reservekessel dient, würden unter diesem Aspekt im Vergleich kostenneutral ausfallen. Kleine Kostenvorteile wie der, dass ein Öltank bei der Grundlastabdeckung mit Abwärme ein geringeres Volumen aufweisen könnte, sind eher vernachlässigbar. Für den Biogasanlagenbetreiber entstehen Investitions- und Betriebskosten für die Nahwärmeleitung. Man kann mit Verlegekosten von 200 € pro Meter Wärmeleitung rechnen. Bei 200 m Entfernung zum Gewächshaus wären es also etwa 40.000 €, was wiederum mit Jahreskosten in Höhe von rund 4.000 €/a inklusive Kapitalkosten und Kosten für den Pumpbetrieb verbunden wäre.</p>	
<p><b>Erforderliche Randbedingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ein im Umkreis von etwa 15 km vorhandener Gartenbaubetrieb, der eine Ausweitung seiner Gewächshausfläche plant,</li> <li>- eine geeignete Freifläche in direkter Nähe der Biogasanlage,</li> <li>- ein vorgesehener Pflanzenanbau mit möglichst hohen Temperaturansprüchen,</li> <li>- Genehmigungsfähigkeit von Gewächshäusern am Biogasanlagenstandort</li> </ul>	
<p><b>Hemmnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erhöhter Fahraufwand für die Bewirtschaftung von externen Gewächshäusern</li> </ul>	



<b>Anwendungsgebiet: Gewächshausbeheizung</b>	
<p><b>Herstelleradressen (nicht vollständig)</b></p> <p>Röhm GmbH &amp; Co KG Kirschenallee 64275 Darmstadt Tel.: +49 (0) 6151-1836 46 Fax.: +49 (0) 6151-1836 29 www.plexiglas.de</p> <p><b>Anlagenbauer (nicht vollständig)</b></p> <p>A-Z Gewächshausbau Paul van Lienden Engwartinger Str 1 85649 Brunnthal Tel.: +49 (0) 8102-779891 Fax.: +49 (0) 8102-779893 info@a-z-gewaechshausbau.de www.a-z-gewaechshausbau.de</p> <p>GTD-Gewächshaustechnik Montage und Vertriebs GmbH Niedersedlitzer Str 67b 01257 Dresden Tel.: +49 (0) 351-2818498 Fax.: +49 (0) 351-2818499</p> <p>Thermo-System Krötz Gewächshausbau GmbH &amp; Co KG Strutweg 36 73553 Alfdorf Tel.: +49 (0)7172-31043 Fax.: +49 (0) 7172-32384 info@thermo-system-kroetz.de www.thermo-system-kroetz.de</p>	
<p><b>Projektbeispiele</b></p> <p>Biokraft Hennstedt Dithm. Betriebs GmbH Julianka 1 25779 Hennstedt, Dithmarschen Tel.: +49 (0) 4836-1526</p> <p>BioEnergie Bamberg GmbH &amp; Co KG Etdorf 12 91372 Gößweinstein Tel.: +49 (0) 9242-1358 Josef.neuner@bioenergie-bamberg.de</p>	



<b>Anwendungsgebiet: Gewächshausbeheizung</b>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. Sachverständige für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.bayern.de/LFW/service/psw/sach_wg_04.htm">http://www.bayern.de/LFW/service/psw/sach_wg_04.htm</a></p> <p>Brökeland, R. (2001). Holz als Brennstoff im Gartenbau. In Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Brökeland, R. (Hrsg.), Arbeitsblattpaket Energie- und CO2-Einsatz im Unterglasanbau (Arbeitsblatt 26699). Braunschweig: Thalaker Medien.</p> <p>Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Ertragslage Garten- und Weinbau. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.bmelv.de/clin_045/nn_750594/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Gartenbau/ErtragslageGartenbau2006,templated=raw,property=publicationFile.pdf/ErtragslageGartenbau2006.pdf">http://www.bmelv.de/clin_045/nn_750594/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Gartenbau/ErtragslageGartenbau2006,templated=raw,property=publicationFile.pdf/ErtragslageGartenbau2006.pdf</a></p> <p>Energiesparhaus. Nutzungsgrad und Wirkungsgrad. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/nutzungsgrad.htm">http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/nutzungsgrad.htm</a></p> <p>Esyoil, entnommen am 22.01.2007, aus der Quelle <a href="http://www.esyoil.com/">http://www.esyoil.com/</a></p> <p>Fischer, Th.. Wärmenutzung bei kleinen Biogasanlagen. Entnommen am 12.09.2006, von der Quelle <a href="http://www.zae-bayern.de/files/biogas.pdf">http://www.zae-bayern.de/files/biogas.pdf</a></p> <p>Heise, P.. Wann lohnt sich der Umstieg auf alternative Energiequellen?. Vortrag 1. Dezember 2006, Energieeinsatz im Gewächshausgartenbau, Dresden. Entnommen am 11.10.2006, von der Quelle <a href="http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfli/inhalt/download/Heise.pdf">www.umwelt.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfli/inhalt/download/Heise.pdf</a></p> <p>Krug, H., Liebig, H. P., Stützel, H. (2002). Gemüseproduktion Ein Lehr –und Nachschlagewerk für Studium und Praxis. Stuttgart: Ulmer.</p> <p>Müller, H., Preising, F. (1971). Unterglasgemüsebau. Berlin: Paul Parey.</p> <p>Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Salate im Gewächshaus - Hinweise zum umweltgerechten Anbau – Managementunterlage. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfli/publikationen/download/659_1.pdf">http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfli/publikationen/download/659_1.pdf</a></p> <p>Schuster, I.. Energetische Nutzung von Biomasse im Unterglasgartenbau. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.itg.uni-hanno-ver.de/fileadmin/mitarbeiterseiten/Literatur/Posterbeitrag_IPM_end.pdf">http://www.itg.uni-hanno-ver.de/fileadmin/mitarbeiterseiten/Literatur/Posterbeitrag_IPM_end.pdf</a></p> <p>DESTATIS, Statistisches Bundesamt). Landwirtschaftliche Bodennutzung - Anbau von Zierpflanzen - Fachserie 3 Reihe 3.1.6 – 2004. Entnommen am 12.10.2006, von der Quelle <a href="https://www.ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&amp;ID=1016221">https://www.ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&amp;ID=1016221</a></p> <p>Tantau, H. J. (2004). Heizungssysteme im Gewächshaus I. Warmwasserheizungen. In Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Tantau, H.J. (Hrsg.), Arbeitsblattpaket Energie- und CO2-Einsatz im Unterglasanbau (Arbeitsblatt 26714). Braunschweig: Thalaker Medien.</p> <p>Zabeltitz, C. von. (1985). Gewächshäuser Planung und Bau (2., neu bearbeitete und erweiterte Aufl.). Stuttgart: Ulmer.</p> <p>Zentralverband Gartenbau e.V. (ZVG).. Branchendaten: Zierpflanzenbau. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.g-net.de/content/branche/daten_zierpflanzenbau.php">http://www.g-net.de/content/branche/daten_zierpflanzenbau.php</a></p>	



<p><b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 500 – 2.000 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b></p> <p>Die Produktion von Fischen, Garnelen und Algen in Aquakulturen ist eine Wachstumsbranche mit einem jährlichen Wachstum von ca. 10 % – jedoch auf derzeit noch niedrigem Niveau. Der überwiegende Teil der Produktion, ca. 90 %, erfolgt derzeit in asiatischen Ländern, zumeist in Teich- und Meereskulturen, auf Europa entfällt nur ein Anteil von 1,33 Mio. Tonnen pro Jahr, bzw. 8 %. Für die Nutzung der Abwärme von Biogasanlagen sind allein Aquakulturen in Kreislaufanlagen, die bislang noch einen sehr geringen Anteil an der Produktion haben (2004: 28 Anlagen in Deutschland), von Interesse, da nur sie einen nennenswerten Wärmebedarf aufweisen.</p> <p>Abwärme aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen kann in Aquakultur-Kreislaufanlagen genutzt werden für die Erwärmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des zugeführten Frischwassers in den Becken und</li> <li>- der der Halle zugeführten Frischluft.</li> </ul> <p>Der Wärmebedarf hängt im Detail zum einen von der Größe der Anlage, zum anderen aber auch vom Besatz und dessen Anforderungen an die Beckentemperatur ab. Als Besatz für Aquakulturen in Kreislaufanlagen kommen in Deutschland im wesentlichen Fische und Mikroalgen in Frage. Prinzipiell wäre auch die Zucht von Shrimps und Makroalgen denkbar. Diese ist allerdings nicht konkurrenzfähig mit der Aufzucht in Freilandanlagen in Asien, wo deutlich günstigere klimatische und wirtschaftliche Voraussetzungen gegeben sind.</p> <p>Für die Anbindung an eine ländliche Biogasanlage eignen sich insbesondere Kreislaufanlagen mit Süßwasserfischen, da diese im Gegensatz zu Seefischen geringere Ansprüche an die Wasserkonditionierung stellen.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:  <u>Fachkenntnisse in Fischzucht und Wasserbiologie</u></p> <p><input type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <hr/> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>          (0: unerheblich – 3: schwierig)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 0 ..... 1 ..... 2 ..... 3</p> <hr/> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Saisonzeitraum: ganzjährig</p> <hr/> <p><b>Prozessstabilität</b></p> <p><input type="checkbox"/> unempfindlich  <input type="checkbox"/> normal  <input checked="" type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>

<p><b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b></p>	
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b></p> <p>Bei Aquakulturen in Kreislaufanlagen kann man differenzieren nach Süßwasseranlagen und marinen Anlagen. Beide Typen bestehen im Prinzip aus vier Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufzucht (bei Fischen),</li> <li>- Mast,</li> <li>- Verarbeitung und</li> <li>- Vermarktung.</li> </ul> <p>Häufig erfolgt die Aufzucht von Fischen nicht im selben Betrieb wie die Mast und die Verarbeitung, teils aufgrund biologischer Fakten wie beim Aal, bei dem keine künstliche Aufzucht möglich ist, teils wegen der hohen Anforderungen an Brutaufzucht- und Vermehrungsanlagen.</p> <p>Aquakulturen in Kreislaufanlagen werden unabhängig von den natürlichen Umweltbedingungen betrieben und daher in Hallen aufgestellt. Hierfür können bestehende Gebäude oder preisgünstige Hallenkonstruktionen genutzt werden.</p> <p>Der prinzipielle Aufbau einer Kreislaufanlage, in dem die Mast stattfindet, ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Im Zentrum stehen die Produktionsbecken, in denen die Fische gemästet werden. Die Becken sind, je nach Hersteller und in Abhängigkeit von den Bedingungen vor Ort als Kunststoff- oder Betonbecken ausgeführt. In den letzten Jahren geht der Trend vermehrt in Richtung der Kunststoffbecken, die in kleineren Einheiten konzipiert und im modularen Aufbau flexibler an die jeweilige Situation am Standort angepasst werden können. Auch nachträgliche Umrüstungen sind bei modularen Konzepten einfacher durchzuführen. Zudem können mit modularen Systemen auch Kostenreduktionspotenziale durch Standardisierung in der Produktion der Anlagen erschlossen werden.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> &lt; 60 °C</li> <li><input type="checkbox"/> 60 - 95 °C</li> <li><input type="checkbox"/> 95 - 120 °C</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</li> </ul> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b></p> <p><u>Wasser</u></p>
	<p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Wasserversorgung</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Abwasser</li> <li><input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)</li> <li><input type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul> <p><b>Grundschemata von Aquakulturen in Kreislaufanlagen</b></p> <p style="text-align: right;">bremer energie institut</p>



(Forts. Technische Beschreibung des Prozesses)

Die die Becken umgebende Technik dient der Aufrechterhaltung optimaler biologischer Bedingungen und der Zufuhr von Futter. In einer Kreislaufanlage wird ein natürliches System mit optimalen Wachstumsbedingungen simuliert. Das bedeutet, dass die Futterzufuhr und die Reinigung, Belüftung und Temperierung des Systems im Gleichgewicht gehalten werden müssen. Daher werden die wesentlichen biologischen Parameter des Wassers einer regelmäßigen Kontrolle unterzogen. In hoch automatisierten Anlagen übernimmt diese Funktion ein Kontrollsystem, das auch die Regelung der einzelnen Teile der Anlage inklusive der Fütterung steuert. In vielen bestehenden Anlagen beschränkt sich das Kontrollsystem jedoch auf die Erfassung der biologischen Wasserparameter. Die Fütterung und die Regelung der Anlage erfolgt dann durch das Personal.

Die Reinigung umfasst

- eine mechanische Reinigungsstufe, in der Feststoffe abgetrennt werden,
- die biologische Reinigung und
- die Entkeimung.

Um die ordnungsgemäße Funktion der biologischen Reinigungsstufe sicherzustellen, ist ein möglichst kontinuierlicher Betrieb der Kreislaufanlage erforderlich. Im Fall von marinen Kreislaufanlagen (Marikulturen), die mit Salzwasser betrieben werden, schließt sich an die Entkeimung noch eine Salzwasseraufbereitung an.

Der Einsatz von Antibiotika verbietet sich, da diese die Bakterienkulturen der biologischen Reinigung erheblich beeinflussen würden.

Bereits heute werden verschiedene Fischarten in Kreislaufanlagen aufgezogen. Einen Überblick über die einzelnen Arten und die für sie optimalen Produktionstemperaturen gibt die nachfolgende Tabelle. Weitere Arten, die neuerdings in Aquakulturen eingesetzt werden sind der Wolfs- und der Streifenbarsch, beides Seefische.

Fischart	Wassertemperatur	Bemerkungen
Aal	23 - 25°C	Häufiger in bestehenden Kreislaufanlagen, keine Zucht der Setzlinge möglich, Setzlinge nur saisonal verfügbar (Dezember-März)
Afrikanischer Wels	ca. 28°C	In den Niederlanden sei t einigen Jahren in Kreislaufanlagen, unproblematisch im Handling, hohe Wachstumsrate, rötliches Fleisch
Europäischer Wels	ca. 24°C	In bestehenden Anlagen anzutreffen, wachsende Nachfrage
Zander	22 - 25°C	Hohe Besatzdichte möglich
Tilapia (Buntbarsch), Baramundi	ca. 24 - 26°C	In Asien oft in Polykulturen, z.B. Reisfeldern kultiviert
Steinbutt	16 – 20°C	Marine Aquakultur, evtl. Kühlung im Sommer erforderlich

bremer energie institut



<p><b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b></p>	
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b></p> <p>Die Erfahrungen mit Kreislaufanlagen haben gezeigt, dass es notwendig ist, neben der Aufzucht weitere Wertschöpfungsschritte wie die Weiterverarbeitung und Vermarktung zu integrieren.</p> <p>Das bislang am häufigsten anzutreffende Konzept ist der Verkauf der weiterverarbeiteten Ware an den Endkunden im eigenen Hofladen, auf dem Wochenmarkt oder an Restaurants im Umland.</p> <p>Hierfür müssen die erforderliche Verarbeitungskapazitäten und Verkaufswegen vorhanden sein, bzw. geschaffen werden.</p> <p>Neuerdings geht der Trend zur Gründung von Erzeugergemeinschaften, die den Großhandel mit ihrer Ware beliefern. Ein großes Problem dieser Vermarktungsstrategie ist die Tatsache, dass die hierfür erforderlichen Vertriebs- und Logistikstrukturen noch etabliert werden müssen, insbesondere im Binnenland.</p> <p>Hochpreisige Fische wie z.B. der Stör, sowie Mikroalgen und Mikroalgenprodukte werden in der Regel vom Erzeuger weiter verarbeitet und über eigene Vertriebswege an den Endkunden verkauft. Dies erfordert einen hohen Aufwand für den Aufbau von Vermarktungswegen sowie Lager- und Verpackungskapazitäten. Dieser Bereich kommt allerdings für den Betreiber landwirtschaftlicher Biogasanlagen allein kaum in Betracht.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b></p> <p><input type="checkbox"/> Trecker <input type="checkbox"/> Radlader <input type="checkbox"/> Stapler <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige: LKW (Fremdfirma)</p>
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b></p> <p>Die erforderliche Fläche für die Kreislaufanlagen hängt von der Produktionskapazität der Anlage ab und liegt je nach Fischart zwischen 600 und 1.000 m<sup>2</sup> je 100 t Fischproduktion pro Jahr. Falls weitere Verarbeitungsschritte (Schlachtung, Filetierung, etc.), Lagerung (Kühlung) und Vermarktung integriert sind, ist der Flächenbedarf entsprechend höher.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <p><input type="checkbox"/> minimal <input type="checkbox"/> Grundfläche: .....m<sup>2</sup> <input type="checkbox"/> Rangierfläche <input checked="" type="checkbox"/> Halle: ab 1.000 m<sup>2</sup> <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: ggfs. Räume für Weiterverarbeitung der Ware, Verkaufsfläche</p> <p><b>Lagerflächen</b></p> <p><input type="checkbox"/> Rohstofflager <input checked="" type="checkbox"/> Warenlager <input checked="" type="checkbox"/> Kühllager <input type="checkbox"/> Reststofflager <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <p><input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung <input checked="" type="checkbox"/> regelmäßig <input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter <input checked="" type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b></p>	
<p><b>Arbeitsablauf</b></p> <p>Die bei einer Kreislaufanlagen anfallenden Arbeiten können in folgende Bereiche untergliedert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ständige Überwachung der Funktion der Kreislaufanlage (Kontrolle der Wasserqualität) und Fütterung sowie</li> <li>- Wartung der Anlage (Filterwechsel, Pumpenwartung),</li> <li>- Abfischen, Schlachtung und Weiterverarbeitung,</li> <li>- Vermarktung.</li> </ul> <p>Bei einer typischen Systemgröße einer Kreislaufanlage (Süßwasser) von 100 t/a (275 kg pro Tag) ist eine Person Vollzeit mit dem Betrieb der Anlage beschäftigt. Diese Person muss fachlich qualifiziert sein und Kenntnisse in den Bereichen Fischzucht und Wasserbiologie haben.</p> <p>Für das Abfischen, die Schlachtung und Weiterverarbeitung werden Hilfskräfte benötigt werden. Hinzu kommt ggfs. Personal für den Vertrieb.</p>	
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b></p> <p>Landwirte haben oft eigene Brunnen, die bei ausreichender Wasserqualität und Wassermenge zur Versorgung der Kreislaufanlagen genutzt werden können.</p> <p>Da die Abwässer einer Kreislaufanlage („Fischgülle“) unbelastet von Antibiotika sind, können sie gegebenenfalls als Dünger auf Feldern ausgebracht werden.</p> <p>Falls leer stehende Hallen in der Nähe der Biogasanlage vorhanden sind, können diese bei hinreichenden Dimensionen für die Aufstellung einer Kreislaufanlage genutzt werden.</p> <p>Landwirte, die auch heute schon Betreiber von Fischteichen sind, haben zumindest erste Kenntnisse in der Fischzucht und somit einen leichteren Zugang zu Technik und Betrieb von Kreislaufanlagen.</p>	



Anwendungsgebiet: Aquakulturen	Finanzielle Details
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b></p> <p>Aufgrund der in Zukunft immer stärkeren Verknappung von Seefisch bei gleichzeitig steigender Nachfrage werden die Preise für Fisch steigen. Es ist daher damit zu rechnen, dass Fisch aus Aquakulturen in zunehmendem Maß konkurrenzfähig wird.</p> <p>Die Erlössituation hängt im konkreten Fall stark von der Fischart und der Marktlage ab. Bedingt durch die hohen Preise marktgängiger Fische wie Kabeljau und Rotbarsch, stellt sie sich derzeit – und voraussichtlich auch in Zukunft – für Fisch aus Aquakulturen positiv dar. Aktuell können z. B. für Filet vom Wels Preise bis zu 10 €/kg Erlöst werden.</p>	<p><b>Erlössituation</b></p> <p><input type="checkbox"/> akzeptabel  <input checked="" type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstendenz</b></p> <p><input type="checkbox"/> fallend  <input type="checkbox"/> unverändert  <input checked="" type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>
<p><b>Risiken</b></p> <p>Vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit dem Bau und Betrieb von Aquakultur-Kreislaufanlagen in den vergangenen Jahren lassen sich folgende Risiken dieser Form der Aquakultur benennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finanzierungskonzept: Beinhaltet das Finanzierungskonzept zu hohe Erwartungen an die erzielbaren Erlöse, insbesondere in der Anlaufphase (ein bis zwei Jahre), in der keine, bzw. sehr geringe erzielt werden, können Liquiditätsengpässe entstehen, die den weiteren Betrieb der Anlage gefährden.</li> <li>- Qualifizierung des Personals: Gut qualifiziertes Personal ist einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren für den ordnungsgemäßen und profitablen Betrieb einer Aquakultur-Kreislaufanlage. Verfügt das Personal nicht über diese Kenntnisse, sind Störungen und damit Erlösverluste vorprogrammiert.</li> <li>- Vertriebskonzept: Der erfolgreiche Betrieb einer Kreislaufanlage ist nur möglich, wenn bei der Planung der Anlage auch ein auf das Produkt abgestimmtes Vertriebskonzept entwickelt wurde. Dies erfordert eine genaue Analyse der Märkte und der potenziellen Abnehmer.</li> </ul>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <p><input type="checkbox"/> Technik  <input checked="" type="checkbox"/> Markt  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:</p>



<b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b>																				
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b></p> <p><b>Investitionskosten</b></p> <p>Die Investitionskosten einer Kreislaufanlage hängen stark von den Produktionskapazitäten und insbesondere dem gewählten Besatz ab. Die Orientierungswerte in der folgenden Tabelle beziehen sich auf eine typische Anlagegröße einer Kreislaufanlage für Süßwasserfische mit einer Produktion von 100 t pro Jahr.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Komponenten</th> <th>Investition (€)</th> <th>Anteil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kreislaufanlage</td> <td>600.000</td> <td>60 %</td> </tr> <tr> <td>Gebäude + Infrastruktur</td> <td>200.000</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>Erstbesatz</td> <td>60.000</td> <td>6 %</td> </tr> <tr> <td>Minderertrag Anlaufphase (1 – 2 Jahre)</td> <td>140.000</td> <td>14 %</td> </tr> <tr> <td><b>Summe</b></td> <td><b>1.000.000</b></td> <td><b>100 %</b></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">bremer energie institut</p>		Komponenten	Investition (€)	Anteil	Kreislaufanlage	600.000	60 %	Gebäude + Infrastruktur	200.000	20 %	Erstbesatz	60.000	6 %	Minderertrag Anlaufphase (1 – 2 Jahre)	140.000	14 %	<b>Summe</b>	<b>1.000.000</b>	<b>100 %</b>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €</p> <p><input type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €</p> <p><input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</p>
Komponenten	Investition (€)	Anteil																		
Kreislaufanlage	600.000	60 %																		
Gebäude + Infrastruktur	200.000	20 %																		
Erstbesatz	60.000	6 %																		
Minderertrag Anlaufphase (1 – 2 Jahre)	140.000	14 %																		
<b>Summe</b>	<b>1.000.000</b>	<b>100 %</b>																		
<p>Die Kosten variieren je nach Art des gezüchteten Fisches. Kostenreduktionspotenziale bestehen derzeit insbesondere im Bereich der Abwasserreinigung. Daher wird erwartet, dass in Zukunft die hier genannten Kostenansätze für die eigentliche Kreislaufanlage noch unterschritten werden können.</p> <p>Die Kosten für Gebäude und Infrastruktur können niedriger ausfallen, wenn leer stehende Gebäude vorhanden sind, die für die Aufstellung einer Kreislaufanlage geeignet sind, sowohl hinsichtlich der Größe als auch der dort verfügbaren, für den Anlagenbetrieb erforderlichen Medien (Wasser, Wärme, Strom).</p> <p>Die Kosten für den Erstbesatz und den Minderertrag in der Anlaufphase wurden in der Vergangenheit bei der Planung der Anlagen und der Wirtschaftlichkeitsberechnung häufig vergessen. Das führte dazu, dass Investoren ohne hinreichende Finanzdecke die Anlage nicht weiter betreiben konnten.</p> <p>Sowohl auf EU- und Bundesebene als auch in vielen Bundesländern gibt es Förderprogramme für Aquakulturen, in deren Rahmen auch für Kreislaufanlagen Förderung gewährt wird. Dabei werden die Sachinvestitionen in die Anlagen selbst, aber auch häufig Investitionen in den Verarbeitungs- und Vermarktungsbereich gefördert. Die EU-Förderung zielt im Wesentlichen auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ab, in anderen Förderprogrammen gibt es für diese Zielgruppe teils besondere Konditionen.</p> <p>Eine Förderung des Betriebs der Anlagen ist in der Regel nicht vorgesehen.</p>																				



<p><b>Betriebskosten</b></p> <p>Eine Schätzung der Betriebskosten einer 100t-Kreislaufanlage zeigt die nachfolgende Tabelle.</p> <p>Nach den Positionen Futter, Zinsen plus Abschreibungen sowie Personal haben die Energiekosten mit ca. 10 % der Kosten einen wesentlichen Anteil. Die Energiekosten entfallen etwa zu einem Drittel auf den Strom, zu zwei Drittel auf Wärme. Die Höhe der Energiekosten hängt in der Praxis stark vom Besatz ab. So dürften sie bei Fischen mit einem hohen Wärmebedarf wie z. B. dem afrikanischen Wels höher sein als in der Tabelle angegeben, bei Zander oder Steinbutt, die eine geringe Wärmezufuhr benötigt, eher darunter liegen.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Position</th> <th style="text-align: center;">Anteil absolut (T€/a)</th> <th style="text-align: center;">Anteil relativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">Setzlinge</td> <td style="text-align: center;">17</td> <td style="text-align: center;">5 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Futter</td> <td style="text-align: center;">115</td> <td style="text-align: center;">33 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Personal</td> <td style="text-align: center;">53</td> <td style="text-align: center;">15 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Energie</td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">10 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Zinsen + Abschreibung f. Anlage und Gebäude</td> <td style="text-align: center;">88</td> <td style="text-align: center;">25 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Versicherung</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">2 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Sonstiges</td> <td style="text-align: center;">35</td> <td style="text-align: center;">10 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;"><b>Summe</b></td> <td style="text-align: center;"><b>350</b></td> <td style="text-align: center;"><b>100 %</b></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">bremer energie institut</p> <p>Auch die anderen Posten der Betriebskosten werden von Anlage zu Anlage variieren. Bei Aal wird z. B. der Anteil, der auf die Setzlinge entfällt, deutlich höher sein. In Anlagen mit einem hohen Grad an Weiterverarbeitung werden Personal- und Vertriebskosten stärker zu Buche schlagen.</p>	Position	Anteil absolut (T€/a)	Anteil relativ	Setzlinge	17	5 %	Futter	115	33 %	Personal	53	15 %	Energie	35	10 %	Zinsen + Abschreibung f. Anlage und Gebäude	88	25 %	Versicherung	7	2 %	Sonstiges	35	10 %	<b>Summe</b>	<b>350</b>	<b>100 %</b>	
Position	Anteil absolut (T€/a)	Anteil relativ																										
Setzlinge	17	5 %																										
Futter	115	33 %																										
Personal	53	15 %																										
Energie	35	10 %																										
Zinsen + Abschreibung f. Anlage und Gebäude	88	25 %																										
Versicherung	7	2 %																										
Sonstiges	35	10 %																										
<b>Summe</b>	<b>350</b>	<b>100 %</b>																										
<p><b>Erforderliche Randbedingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachpersonal für die Fischzucht</li> <li>- Wirtschaftliche Stabilität, die trotz erheblicher Investitionen Startjahre ohne Einnahmen akzeptabel sein lässt</li> </ul>																												
<p><b>Hemmnisse</b></p> <p>./.</p>																												



<b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b>					
<b>Herstelleradressen / Anlagenbauer (nicht vollständig)</b>					
<b>Lieferanten / Planer Aquakulturen in Kreislaufanlagen</b>					
Nr.	Unternehmen	Ort, Land	Telefon	Produkte	Link
1	Aquacultur Fischtechnik GmbH	Nienburg, Deutschland	Tel: +49 (5021) 6028-23 Fax: +49 (5021) 66060	Kreislaufanlagen	<a href="http://www.aquacultur.de/index-ger.htm">http://www.aquacultur.de/index-ger.htm</a>
2	Aquaculture Technologies	Kitzbühl, Österreich	Tel: (+43)5356/71399 Fax: (+43)5356/64870	Kreislaufanlagen	<a href="http://www.aquatech.8m.com/">http://www.aquatech.8m.com/</a> <a href="http://members.magnet.at/aquaculture/deindex.htm">http://members.magnet.at/aquaculture/deindex.htm</a>
3	aquaFUTUE e.K.	Kreuztal	Tel: 027326535, Fax: 027326371	Kreislaufanlage	<a href="http://www.aquafuture.de/">http://www.aquafuture.de/</a>
4	Billund Aquakultur Service ApS	Billund, Denmark	Tel: 45 75 33 87 20 Fax: 45 75 35 35 27	Kreislaufanlagen	<a href="http://www.billund-aqua.dk/eng/eng.html">http://www.billund-aqua.dk/eng/eng.html</a>
5	Danaq amba.	Kalundborg - Denmark	Tel. +45 5956 0050 Fax +45 5956 0048	Design und Planen von Kreislaufanlagen, Filter, Pumpen	<a href="http://www.danaq.com/index_aq.htm">http://www.danaq.com/index_aq.htm</a>
6	Ecomares GmbH & Co. KG	Kiel, Deutschland	Tel. +49 (0)431 / 66110-0 Fax. +49 (0)431 / 66110-22	Forschung, Consulting, Projektierung und Bau von Aquakulturenanlagen, Betrieb von Anlagen, Veredelung und Vermarktung der Produkte	<a href="http://www.ecomares.de/intro.html">http://www.ecomares.de/intro.html</a>
7	Fischtechnik Fredelsloh GmbH	Moringen, Deutschland	Tel. 05555-99300 Fax. 05555-993030	Kreislaufanlagen, Biofilter	<a href="http://www.fischtechnik-gmbh.de/german/framesetde.htm">http://www.fischtechnik-gmbh.de/german/framesetde.htm</a>
8	Hesy BV	Bergambracht, Niederlande	Tel: +31 182 354202 Fax: +31 182 354120	Kreislaufanlagen	<a href="http://www.hesy.com/">http://www.hesy.com/</a>
9	Erwin Sander Elektroapparatebau GmbH	Uetze, Deutschland	Tel: 05173 971-0 Fax: 05173 971-197	Geschlossene Kreislauftechnik f. Großaquarien, Ozon- und Wasseraufbereitungsanlagen	<a href="http://www.aqua-sander.de/anlagen/index.html">http://www.aqua-sander.de/anlagen/index.html</a>
10	United Food Engineering GmbH	Weinheim, Deutschland	Tel.: 06201/25983-0 Fax.: 06201/25983-33	Kreislaufanlagen	Internet: <a href="http://www.uftag.de">www.uftag.de</a>



Anwendungsgebiet: Aquakulturen						
Projektbeispiele						
Nr.	Referenzanlagen	Betreiber	Ort / Land	Kontakt	Art/Besatz	Produktion
1	Aalfarm Demmin	Fischco	Demmin, Deutschland			300t/a Aal, 400 t/a Barschartige
2	Aalfarm Meyer		Oldenburger Straße 6, 49681 Nikolausdorf	Tel.: 04474-947990, Fax: 04474-932688	Aal	
3	Aalfarm Voldagsen	Prof. Dr. J. Rimpau	Domäne 1, 37574 Einbeck-Voldagsen, Deutschland	Tel.: 05565 / 230 Fax: 05565 / 911104	Aal, Flussbarsch	75t/a
4	Aalfarm Wittenberg	Fischkultur	Deutschland		Aal, optional Tilapia, Zander, Stör, Wels, Karpfen	100t/a (Aal), 150 t/a (Buntbarsch)
5	Aalhof Götting		Cloppenburg-Bethen, Bether Dorfstraße 41	Tel: 04471/3921 Fax: 04471/3837	Aal	
6	Ahrenhorster Edelfisch GmbH & Co. KG		Badbergen-Vehs, Deutschland	Tel.: 0 5433 / 902170	Waller	150t/a
7	Albe Fischfarm	Albe Fischfarm GmbH & Co. KG	Haaren-Rütenbrock	Tel: 05934 / 7120 Fax: 059347190	Aal	250 t/a
8	DESIETRA GmbH	United Food Technologies (UFT)	Fulda, Deutschland	Tel.: 0661 / 92813-0 Fax: 0661 / 92813-20	Aufzucht von Stören, Kaviar	180t/a (Stör), 3 t/a(Kaviar)
9	Holsten Stör	Holsten Stör Fischzucht BmbH & Co KG	Schönkirchener Str. 78, 24149 Kiel, Deutschland	Tel.: 0431 / 2000 868 Fax: 0431 / 2000 857	sibirischer Stör	
10	Institut Fischerei Born	Landesforschungsanstalt f. Landwirtschaft u. Fischerei	Südstraße 10, 18375 Born, Deutschland	Tel.: 038234 / 297 Fax: 038234 / 298		
11	Institut Tierphysiologie Göttingen	Institut f. Tierzucht und Haustiergenetik, Abt. Aquakultur	Göttingen, Deutschland		Tilapien, Afrikanische Welse	keine Zucht, nur Haltung
12	Kreislaufanlage Voldagsen	Caviar Creator	Einbeck, Deutschland	Caviar-Creator-Platz 1-2, 17109 Demmin	Aufzucht von Stören	
13	Steinbuttfarm Büsum	Ecomares	Helgolandkai, 25761 Büsum, Deutschland	Tel: 04834 / 960566 Fax: 04834 / 060564	Steinbutt, Wolfsbarsch, japanische Flunder, Dorade, Dorsch	100 t/a Steinbutt, 150 t/a Wolfbarsch
14	Störfarm Demmin	Caviar Creator	Deutschland	Caviar-Creator-Platz 1-2, 17109 Demmin	Stör	Kaviar:11t/a, 33t/a, Fisch:400t/a
15	Strande	Ecomares MariFarm GmbH, Gerrit Quantz	Strande, Deutschland	info@ecomares.com	Fische und Shrimps	Forschungs- und Entwicklungsstation
16	Teilkreislaufanlage Jänschwalde	Fischzucht Jänschwalde GmbH, Herr Michaelis,	Peitz, Deutschland		Karpfen, Teilkreislauf	500t/a
17	Warmwassersatzfischanlage Waren	Günther Ziebart	Waren / Müritz, Deutschland		diverse	2 Mio. Satzfishce
18	Westerwälder Fischzucht Theo und Wolfram Stähler	Stähler GmbH	Mühlendorf, Hadamar-Niederzeuzheim, Deutschland	Tel.: 034364 / 8000 Fax: 034364 / 80099	Stör, Wels, Aal, Tilapia u.a.	100t/a insgesamt in der BRD
19	BlueBioTech GmbH	BlueBioTech International GmbH	Langeloh 65, 25337 Elmshorn	Tel: +49(0)4121-262 36-0, Fax: +49(0)4121-262 36-26, Email: info@bluebiotech.de	Mikroalgenkonzentrate	



<b>Anwendungsgebiet: Aquakulturen</b>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>AGINTEC GmbH, Agentur für Innovationstransfer, Entwicklung und Consulting, Fischproduktion im Gebäude</p> <p>J. Baer, Warmwasser-Kreislaufanlagen zur Speisefischproduktion in Baden-Württemberg: - Eine wirtschaftliche Alternative zur herkömmlichen Tierproduktion?, Landinfo 8/2003</p> <p>Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft: Jahresbericht über staatliche Beihilfen im Fischereisektor 2005</p> <p>Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Grundsätze einer neuen Fischereipolitik des BMVEL, Sept. 2004</p> <p>EU: Aquakultur in der Europäischen Union, <a href="http://europa.eu.int/comm/fisheries/doc_-et_publ/liste_publi / aqua2002_de.pdf">http://europa.eu.int/comm/fisheries/doc_-et_publ/liste_publi / aqua2002_de.pdf</a> Zugriff: 03.02.2006</p> <p>EU: Amtsblatt der Europäischen Union L 223/1, Verordnung (EG) Nr. 1198/2006 des Rates vom 27. Juli 2006 über den Europäischen Fischereifonds</p> <p>Amtsblatt der Europäischen Union L 328/14, Richtlinie 2006/88/EG des Rates vom 24. Oktober 2006 mit Gesundheits- und Hygienevorschriften für Tiere in Aquakultur und Aquakulturerzeugnisse und zur Verhütung und Bekämpfung bestimmter Wassertierkrankheiten</p> <p>Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), The State of World fisheries and aquaculture, Sofia, 2004, <a href="ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5600e/y5600e00.pdf">ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5600e/y5600e00.pdf</a> Zugriff: 14.02.2007</p> <p>H. Otto-Lübker, DLG Fachausschuss Fischzucht und -haltung, persönliche Mitteilungen, 2007</p> <p>Dr. Bernd Kroon, Kroon AQA, persönliche Mitteilungen, 2007</p> <p>Dr. S. Lippemeier, BluebioTech GmbH, persönliche Mitteilungen, 2007</p> <p>Mecklenburg-Vorpommern: Richtlinien für die Gewährung von Zuwendungen für die Förderung von Investitionen in der Aquakultur, Oktober 2001</p> <p>Herr Quantz, ECOMARES, persönliche Mitteilungen, 2006</p> <p>Dr. Scheibe – PAL Anlagenbau, persönliche Mitteilungen, 2007</p> <p>Schleswig-Holstein: Richtlinien für die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der Binnenfischerei und Aquakultur in Schleswig-Holstein, Juni 2003</p> <p>Schleswig-Holstein: Strategiepapier des Landes Schleswig-Holstein, Technologien für nachhaltige Marikultur-Systeme, 2002</p> <p>Dr. B. Schmidt-Puckhaber, Aquakultur – ein neuer Sektor mit Zukunft?, Beitrag in „Das neue große Europa – Perspektiven für die Landwirtschaft“, DLG-Verlag, 2004</p> <p>Dr. B. Schmidt-Puckhaber, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, persönl. Mitteilung</p> <p>Dr. Helmut Wedekind, Prof. Dr. Werner Steffens, Produktion von großen Zandersetzlingen und Speisezandern in der Aquakultur</p> <p>Herr Werner, United Food Engineering, persönliche Mitteilungen, 2006</p>	



<p><b>Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 250 – 2.000 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Falls die Entfernung zu großen Wärmeverbrauchern einen Anschluss mittels Biogas- oder Fernwärmeleitung nicht zulassen würde, dann könnte ein Transport der Wärme mit Fahrzeugen erwogen werden. Dabei würde aufgrund der höheren Wärmedichte nicht Wasser, sondern andere Medien als Wärmeträger genutzt werden. Am weitesten ist der Einsatz von Latentwärmespeichern auf der Basis von Natriumacetat-Trihydrat entwickelt. Die Besonderheit dieses Materials ist, dass es durch Wärmezufuhr zu einem Phasenübergang von fest nach flüssig ohne Anstieg der Medientemperatur kommt. Durch einen Phasenübergang in umgekehrter Richtung kann die so gespeicherte Wärme, die in einem ungedämmten 20-Fuß-Container transportiert werden kann, dann beim Wärmeabnehmer wieder freigegeben werden. Zwar erfolgt die Wärmeabgabe auf konstantem Temperaturniveau. Jedoch lassen sich unter Berücksichtigung der an Wärmetauschern auftretenden Temperaturabsenkungen keine höheren Nutztemperaturen als etwa 48 °C realisieren. Dies schränkt die Verwendbarkeit der mit Natriumacetat transportierten Wärme auf sehr spezielle Bereiche ein, in denen niedrige Rücklauftemperaturen von 30°C und weniger möglich sind. Vorlauftemperaturen von über 48 °C würden sich dann durch eine Nacherhitzung z. B. mit Hilfe einer Erdgasfeuerung realisieren lassen. Weitere Ansprüche des Konzepts sind eine hohe jährliche Auslastung des Systems und ein optimales logistisches Konzept. Bei hoher Auslastung von 4.000 h/a können noch Transportentfernungen von 30 km wirtschaftlich sein.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:                  _____  <input type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input checked="" type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)  <input checked="" type="checkbox"/> .....1.....2.....3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum:</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input checked="" type="checkbox"/> unempfindlich  <input type="checkbox"/> normal  <input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>                  Ein 20-Fuß-Container bietet eine Speicherkapazität von 2,5 MWh (Energieinhalt von 250 l Heizöl). Die Beladungsleistung bei 90/70 °C beträgt 250 kW, was zu einer Ladezeit von 10 Stunden führt, und die Entladungsleistung bei 48/38 °C 125 kW entsprechend einer Entnahmedauer von 20 Stunden. Das Laden und Entladen geschieht mit Warmwasserkreisläufen, die die Wärme über Wärmetauscher an das Trägermaterial abgeben bzw. entnehmen. Die 26 t schweren Container werden mit Sattelschleppern zum Wärmenutzer und nach der Wärmeentnahme wieder zur Biogasanlage gebracht. Sowohl beim Nutzer wie auch bei der Biogasanlage sind möglichst nah am Aufstellungsort der Container Anschlussstutzen für die Vor- und Rücklaufleitung vorzusehen.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b>  <input checked="" type="checkbox"/> &lt; 60 °C  <input type="checkbox"/> 60 - 95 °C  <input type="checkbox"/> 95 - 120 °C  <input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b>                  _____                  Warmwasser</p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b>  <input type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)  <input type="checkbox"/> Wasserversorgung  <input type="checkbox"/> Abwasser  <input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:                  Anschlussstutzen für Vor- und Rücklauf</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport</b></p>	
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b>                  Es müssen so viele Container mit Natriumazetatfüllung angeschafft werden, dass den angeschlossenen Verbrauchern ein ununterbrochenes Wärmeangebot zur Verfügung steht. Dabei sind die unterschiedlichen Zeiten für eine Aufladung und eine Entnahme zu berücksichtigen. Da die Entladeleistung halb so hoch wie die Beladeleistung ist, werden sich 2/3 der genutzten Container bei Abnehmern befinden. Leerfahrten des Sattelschleppers sollten weitgehend vermieden werden.</p> <p>Die Mindestzahl der benötigten Container lässt sich nach folgender Formel ermitteln:</p> $N = n_L + n_E = \frac{P}{P_L} + \frac{P}{P_E}$ <p>                 N      Mindestanzahl benötigter Container insgesamt                  n<sub>L</sub>    Mindestanzahl benötigter Container auf der Ladeseite                  n<sub>E</sub>    Mindestanzahl benötigter Container auf der Abnehmerseite                  P      zu übertragende thermische Leistung (kW)                  P<sub>L</sub>    Beladeleistung eines Containers (kW)                  P<sub>E</sub>    Entladeleistung eines Containers (kW)             </p> <p>Die Stellflächen für die Container sollten so angeordnet sein, dass Rangiervorgänge und Einrüstzeiten vermieden werden. Der Fuhrbetrieb wird am besten durch eine vertraglich gebundene Fremdfirma vorgenommen. Die in dem Vertrag eingeräumte zeitliche Flexibilität stellt ein Kriterium dafür dar, welche Speicherkapazitätsreserve bereitgehalten werden sollte. Die sich somit ergebenden zusätzlichen Wärmekosten lassen sich nach folgender Formel berechnen:</p> $z_k = \frac{T \cdot (vk \cdot E + fK)}{Q \cdot A}$ <p>                 z<sub>k</sub>    Wärmезusatzkosten [€/kWh<sub>h</sub>]                  T      Dauer der jeweiligen Transportunterbrechung (Pufferzeitraum) [h]                  vk     Variable Kosten je Container und Zyklus [€]                  E      Anzahl der jährlichen Transportunterbrechungen [1/a]                  fK     Fixkosten je Container und Jahr [€/a]                  Q      Wärmespeicherkapazität eines Containers [kWh]                  A      Auslastung des Basissystems [h/a]             </p> <p>Die Wärmезusatzkosten sind daher bei einem gegebenen technischen System in erster Linie abhängig von der</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dauer der Transportunterbrechung</li> <li>- Entfernung</li> <li>- Anzahl der Transportunterbrechungen</li> <li>- Auslastung des Basissystems.</li> </ul> <p>Weitere wirtschaftliche Optimierungsspielräume bestehen z. B. darin, einen beim Nutzer vorhandenen Wärmeezeuger mehr oder weniger in Anspruch zu nehmen.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein             </p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b>  <input type="checkbox"/> Trecker  <input type="checkbox"/> Radlader  <input type="checkbox"/> Stapler  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige: Sattelzug (Fremdfirma)             </p>

<p><b>Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport</b></p>	
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b>                  Der Platzbedarf setzt sich aus Stellflächen für Container und Rangierflächen für den Sattelzug zusammen. Er wird entsprechend von der zur Verfügung gestellten Wärmeleistung abhängen. Die Grundfläche eines 20-Fuß-Containers beträgt 6,10 m x 2,44 m. Gemeinsame Rangierflächen bzw. Durchfahrwege mit der Rohstoffanlieferung der Biogasanlage würden den Platzbedarf verringern.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> minimal</p> <p><input type="checkbox"/> Grundfläche : m<sup>2</sup></p> <p><input type="checkbox"/> Rangierfläche</p> <p><input type="checkbox"/> Halle : m<sup>2</sup></p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Lagerflächen</b></p> <p><input type="checkbox"/> Rohstofflager</p> <p><input type="checkbox"/> Warenlager</p> <p><input type="checkbox"/> Kühllager</p> <p><input type="checkbox"/> Reststofflager</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Containerstellfläche</p> <p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung</p> <p><input type="checkbox"/> regelmäßig</p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter</p> <p><input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>
<p><b>Arbeitsablauf</b>                  Der Betreiber der Biogasanlage würde sich lediglich um die kaufmännische Abwicklung des mobilen Wärmetransportes kümmern. Alle übrigen Leistungen würden direkt von dem Fuhrunternehmen abgewickelt werden, das die Container auf den dafür vorgesehenen Flächen abzustellen hat und sich um den Anschluss der Leitungen kümmern müsste.</p>	
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b>                  Keine besonderen.</p>	

Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport	Finanzielle Details																																																													
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b></p> <p>Es wird nicht leicht sein, geeignete Verbraucher in einem Umkreis von höchstens 20 km zu finden, die mit dem angebotenen niedrigen Temperaturniveau auskommen und eine hohe Auslastung des Systems bieten würden. Die jährliche Auslastung und die Transportentfernung stellen maßgebliche Faktoren für die erforderlichen Wärmepreise dar. Mit Hilfe des folgenden Diagramms lassen sich die Wärmepreise ablesen, die für eine Kostendeckung erforderlich wären. Bei einer einfachen Transportentfernung von 10 km und einer Auslastung des Systems von 4.000 h/a käme beispielsweise ein kostendeckender Wärmepreis von 4 Ct/kWh zustande. Dabei ist berücksichtigt, dass der gemäß EEG erhältlichen KWK-Bonus dem Biogasanlagenbetreiber zugute kommt. Wenn diese Einnahme noch mit eingerechnet werden würde, dann würden sich die kostendeckenden Wärmepreise gegenüber den Ergebnissen des Diagrammes um 1,8 Ct/kWh vermindern.</p>	<p><b>Erlössituation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> akzeptabel</li> <li><input type="checkbox"/> gut</li> <li><input type="checkbox"/> sehr gut</li> </ul> <p><b>Absehbare Erlöstitendenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> fallend</li> <li><input type="checkbox"/> unverändert</li> <li><input type="checkbox"/> steigend</li> </ul> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)</li> <li><input type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)</li> <li><input type="checkbox"/> Fern / Ausland</li> </ul>																																																													
<div style="text-align: center;"> <p><b>Kosten mobiler Latentwärme in Abhängigkeit von Transportentfernung und Auslastung (ohne KWK-Bonus)</b></p> <table border="1"> <caption>Data extracted from the graph: Wärmekosten €/kWh vs. Transportentfernung km</caption> <thead> <tr> <th>Transportentfernung (km)</th> <th>2000 h/a</th> <th>4000 h/a</th> <th>6000 h/a</th> <th>8000 h/a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>0,058</td> <td>0,036</td> <td>0,028</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,063</td> <td>0,040</td> <td>0,032</td> <td>0,029</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>0,067</td> <td>0,044</td> <td>0,036</td> <td>0,033</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,071</td> <td>0,048</td> <td>0,040</td> <td>0,037</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0,075</td> <td>0,052</td> <td>0,044</td> <td>0,041</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0,079</td> <td>0,056</td> <td>0,048</td> <td>0,045</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>eingeflossene Annahmen:</p> <table border="0"> <tr> <td>BHKW <math>\eta_{th}</math></td> <td>45 %</td> </tr> <tr> <td>BHKW <math>\eta_{el}</math></td> <td>40 %</td> </tr> <tr> <td>EEG-KWK-Bonus</td> <td>0,02 €/kWh<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>Annuitätenfaktor (8%, 15 Jahre )</td> <td>0,1168</td> </tr> <tr> <td>Einfache Entfernung Biogasanlage-Wärmeabnehmer</td> <td>5 - 30 km</td> </tr> <tr> <td>Durchschnittsgeschwindigkeit</td> <td>50 km/h</td> </tr> <tr> <td>Personalkosten</td> <td>20 €/h</td> </tr> <tr> <td>Beladung des Sattelzuges</td> <td>je 10 min</td> </tr> <tr> <td>Entladung des Sattelzuges</td> <td>je 10 min</td> </tr> <tr> <td>Auslastung der Transportmaschinen</td> <td>jeweils 100 % der Auslastungsschwelle</td> </tr> <tr> <td>Dieselpreis (ohne MwSt.)</td> <td>0,90 €/l</td> </tr> <tr> <td>Maschinenkosten Sattelzugmaschine</td> <td>32,99 €/h</td> </tr> <tr> <td>Maschinenkosten Anhänger</td> <td>0,40 €/t</td> </tr> </table>		Transportentfernung (km)	2000 h/a	4000 h/a	6000 h/a	8000 h/a	5	0,058	0,036	0,028	0,025	10	0,063	0,040	0,032	0,029	15	0,067	0,044	0,036	0,033	20	0,071	0,048	0,040	0,037	25	0,075	0,052	0,044	0,041	30	0,079	0,056	0,048	0,045	BHKW $\eta_{th}$	45 %	BHKW $\eta_{el}$	40 %	EEG-KWK-Bonus	0,02 €/kWh <sub>el</sub>	Annuitätenfaktor (8%, 15 Jahre )	0,1168	Einfache Entfernung Biogasanlage-Wärmeabnehmer	5 - 30 km	Durchschnittsgeschwindigkeit	50 km/h	Personalkosten	20 €/h	Beladung des Sattelzuges	je 10 min	Entladung des Sattelzuges	je 10 min	Auslastung der Transportmaschinen	jeweils 100 % der Auslastungsschwelle	Dieselpreis (ohne MwSt.)	0,90 €/l	Maschinenkosten Sattelzugmaschine	32,99 €/h	Maschinenkosten Anhänger	0,40 €/t
Transportentfernung (km)	2000 h/a	4000 h/a	6000 h/a	8000 h/a																																																										
5	0,058	0,036	0,028	0,025																																																										
10	0,063	0,040	0,032	0,029																																																										
15	0,067	0,044	0,036	0,033																																																										
20	0,071	0,048	0,040	0,037																																																										
25	0,075	0,052	0,044	0,041																																																										
30	0,079	0,056	0,048	0,045																																																										
BHKW $\eta_{th}$	45 %																																																													
BHKW $\eta_{el}$	40 %																																																													
EEG-KWK-Bonus	0,02 €/kWh <sub>el</sub>																																																													
Annuitätenfaktor (8%, 15 Jahre )	0,1168																																																													
Einfache Entfernung Biogasanlage-Wärmeabnehmer	5 - 30 km																																																													
Durchschnittsgeschwindigkeit	50 km/h																																																													
Personalkosten	20 €/h																																																													
Beladung des Sattelzuges	je 10 min																																																													
Entladung des Sattelzuges	je 10 min																																																													
Auslastung der Transportmaschinen	jeweils 100 % der Auslastungsschwelle																																																													
Dieselpreis (ohne MwSt.)	0,90 €/l																																																													
Maschinenkosten Sattelzugmaschine	32,99 €/h																																																													
Maschinenkosten Anhänger	0,40 €/t																																																													

<b>Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport</b>	
<p><b>Risiken</b> Es wird zwar vonseiten der Hersteller davon ausgegangen, dass die Systemlebensdauer nicht durch eine maximale Zyklenzahl des Wärmeträgers begrenzt wird und dass auch die Container eine technische Lebensdauer von 20 Jahren aufweisen, jedoch sind noch keine Betriebserfahrungen über solch lange Zeiträume gesammelt worden. Wirtschaftliche Risiken könnten in erster Linie dadurch entstehen, dass Abnehmer gravierende Umstellungen bei der Wärmeversorgung vornehmen oder ihren Betrieb einstellen. Sinkende Preise für fossile Energien sind dagegen mittelfristig kaum zu befürchten.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Technik  <input checked="" type="checkbox"/> Markt  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
	<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b> Wenn sich ein geeigneter Fuhrbetrieb in der Nähe befindet, könnte bereits ein Wärmeangebot von 250 kW Ausgangspunkt für einen Latentwärmehtransport sein. Dafür müssten dann 3 mit Natriumacetat gefüllte Container zu einem Preis von je 65.000 € angeschafft werden. Für 500 kW müssen es entsprechend 6 Container sein usw. Die Wirtschaftlichkeit wird (abgesehen von evtl. preislichen Zugeständnissen des Fuhrunternehmens) kaum von der gesamten zur Verfügung gestellten Wärmeleistung beeinflusst. Bei einer Versorgung mehrerer nicht so großer Verbraucher, lassen sich wahrscheinlich höhere Wärmepreise realisieren, jedoch kann es auch sein, dass dadurch die Zahl der erforderlichen Container ansteigt. Die Investition liegt im Vergleich zu den Kosten einer Biogasanlage in einem Bereich, dass kaum besondere Finanzierungsmodelle erforderlich wären. Sicherlich wäre es dem reibungslosen Betrieb der Anlage förderlich, falls Nutzer und Fuhrunternehmen mit in die Finanzierung eingebunden sein würden.</p>
<p><b>Erforderliche Randbedingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmeangebot von mindestens 250 kW</li> <li>- Verbraucher die mindestens 125 kW Wärme auf niedrigem Temperaturniveau benötigen, wobei insbesondere die Rücklauftemperaturen niedrig sein müssen</li> <li>- Hohe Auslastung der Wärmenachfrage</li> <li>- Kurze Transportentfernung (aber außerhalb der Reichweite einer Fortleitung von Biogas)</li> </ul>	
<p><b>Hemmnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Notwendigkeit täglichen Lastkraftverkehrs, wobei insbesondere die Sonn- und Feiertagstransporte als störend empfunden werden,</li> <li>- Ästhetische Probleme aufgrund der aufgestellten Container,</li> <li>- Geringe Betriebserfahrungen.</li> </ul>	



<b>Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport</b>	
<b>Herstelleradressen (nicht vollständig)</b>  Alfred Schneider GmbH Tramplerstraße 45 a-c 77933 Lahr Telefon: +49 (0) 7821-9357 0 www.alfredschneider.de  TransHeat GmbH Im Weidenklingen 11 69483 Wald-Michelbach Telefon: +49 (0) 6207-921981 www.transheat.de	
<b>Projektbeispiele</b>  ./.	



**Anwendungsgebiet: Mobiler Wärmetransport**

**Quellenverzeichnis**

Fachinformationszentrum Karlsruhe (Hrsg.): *BINE Projektinfo 2/01 – Thermochemische Speicher*, Bonn, 2001

Fachinformationszentrum Karlsruhe (Hrsg.): *BINE Themeninfo IV/02 – Latentwärmespeicher*, Bonn, 2002

Quartalsvergütungssätze für KWK-Strom, Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.  
<http://www.bkww.de/bkww/infos/preis/> (23.01.2007)

Persönliche Mitteilung J. Budach, Ingenieurbüro Budach, Kaarst, (15.02.2006)

Eurostat: Tabelle NRG\_PC\_203 = Gas - Industrieabnehmer - halbjährliche Preise  
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/extraCtion/evalight/EVALight.jsp?A=1&language=de&root=/theme8/nrg/nrg\\_pc\\_203](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/extraCtion/evalight/EVALight.jsp?A=1&language=de&root=/theme8/nrg/nrg_pc_203) (01.12.2006)

ewu Engineering GmbH: *Kennziffernkatalog – Investitionsvorbereitungen in der Energiewirtschaft*, 1999

Dr. T. Fischer, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern), Garching,  
(Persönliche Mitteilung 18.05.2006)

Dr. A. Hauer, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern), Garching,  
(Persönliche Mitteilung 16.01.2006)

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): *Faustzahlen für die Landwirtschaft*,  
13. Auflage, KTBL, Darmstadt, 2005

KTBLonline: Maschinenkosten-Rechner des KTBL, Online-Version  
[http://www.ktbl.de/CF/makost/makost.cfm?makost=m\\_num+between+10000+and+11999](http://www.ktbl.de/CF/makost/makost.cfm?makost=m_num+between+10000+and+11999) (23.01.2007)

M. Kubessa (Hrsg.): *Energiekennwerte: Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb*, Brandenburgische  
Energiespar-Agentur, Potsdam, 1998

Bundesrepublik Deutschland: *Gesetz für die Erhaltung, Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-  
Kopplung (KWK-G)*, 2004

G. Storch und A. Hauer, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (2005): *Feasibility Study  
for Mobile Sorption Storage in Industrial Applications*, Vortrag im Rahmen des Kick-Off Workshop of IEA Annex  
18 "Transportation of energy by utilization of Thermal Energy Storage Technology" 14.-15.11.2005, Bad Tölz

Transheat: Kurzdarstellung Latentwärmehtransport bei Clariant, EURECA AG  
<http://www.energie-industrie.de/pdf-projekte/wrg/transheat.pdf> (05.08.2006)

<p><b>Anwendungsgebiet: Kälteerzeugung für Kühlhäuser</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 500 – 2.000 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Die anfallende Wärme eignet sich zur Erzeugung von Kälte. In der Nähe des Biogas-BHKW könnte damit ein Kühlhaus betrieben werden. Anstelle einer Kompressionskältemaschine, wie sie in Kühlschränken vorhanden ist, wird dafür eine Absorptionskälteanlage genommen. Während der Verdichter der Kompressionskältemaschine mit elektrischem Strom angetrieben wird, dient bei der Absorptionskälteanlage die 100 °C heiße Abwärme des BHKW als Antriebskraft. In der Anlage zirkuliert üblicherweise ein Gemisch aus Wasser (Kältemittel) und Lithiumbromid (Lösungsmittel). In der einfachsten Ausführung (single effect) würde eine Lagerhaustemperatur von etwa 10 °C erzeugt werden können (Kaltwassereintritt: 12 °C / Kaltwasseraustritt: 6 °C). Um noch niedrigere Temperaturen zu erreichen, würde man dem Absorptionskälteprozess eine Kompressionskälteanlage nachschalten, die dann nur die zusätzliche Temperaturabsenkung übernehmen braucht und somit einen herabgesetzten Strombedarf aufweisen würde. Die Kombination würde sich zur Erzeugung von Gefriertemperaturen eignen. Je nach Lagergut sind unter Umständen sehr hohe jährliche Auslastungen erreichbar.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:  <input checked="" type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input checked="" type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)                  0.....<input checked="" type="checkbox"/>1.....2.....3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum:</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input type="checkbox"/> unempfindlich  <input checked="" type="checkbox"/> normal  <input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>                  Die 100 °C heiße Abwärme des BHKW wird zum Austreiber der Absorptionswärmepumpe geleitet. Die zur Aufrechterhaltung niedriger Lagertemperaturen entnommene Wärme wird vom Verdampfer aufgenommen. Die am Kondensator und am Absorber freigesetzte Wärme wird zu einem Rückkühlwerk geleitet und dort an die Umwelt abgegeben. Durch Einsatz von Brauchwasser lassen sich eventuell Frischwasserkosten einsparen. Der Frischwasserbedarf beträgt sonst etwa 4,5 m<sup>3</sup> pro MWh Kälte.</p> <p><i>Grundschemata einer Adsorptions-Kältemaschine</i></p> <p>Quelle: ([PRAXIS 2004] S. 4)</p>	<p><b>Temperaturbereich</b>  <input type="checkbox"/> &lt; 60 °C  <input type="checkbox"/> 60 - 95 °C  <input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C  <input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b>                  Heizwasser</p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)  <input checked="" type="checkbox"/> Wasserversorgung  <input type="checkbox"/> Abwasser  <input checked="" type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>



<p>(Forts. Technische Beschreibung des Prozesses)</p> <p><i>zum thermodynamischen Prozess</i></p> <p>Im Gegensatz zum Kompressionskälteprozess wird der Kältemitteldampf beim Absorptionskälteprozess nicht angesaugt und verdichtet, sondern an einer anderen Flüssigkeit absorbiert und im flüssigen Zustand auf das hohe Druckniveau gebracht. Eine Pumpe, die das angereicherte Lösungsmittel zu einem <i>Austreiber</i> fördert, benötigt im Vergleich zu Verdichtern bei der Kompressionskältemaschine weniger Strom. In Absorptionskälteanlagen, die der Kühlung von Räumen und Lagerhäusern dienen, wird meist ein Gemisch aus Wasser als Kältemittel und Lithiumbromid als Lösungsmittel verwendet. Das Kältemittel Wasser verdampft bereits bei niedrigen Temperaturen und wird von der Lithiumbromidlösung absorbiert. D.h. große Mengen an Wasserdampf können im Absorber unter Abgabe von Wärme durch eine Vermischung mit Lithiumbromid zu einem kleinen Flüssigkeitsteil innerhalb der Lösung verdichtet werden. Im <i>Austreiber</i> wird das Kältemittel durch Erhitzen z. B. mit Hilfe von BHKW-Wärme von der Lösung getrennt. Mit zunehmender Heiztemperatur steigt die Kühlleistung. Das Kältemittel gelangt anschließend genauso wie beim Kompressionskälteprozess in den <i>Kondensator</i> (auch Verflüssiger genannt), wo die vorher am <i>Verdampfer</i> aus dem Kühlbereich aufgenommene Wärme an die Umwelt abgegeben wird. Das anschließend im gekühlten <i>Absorber</i> versprühte Lithiumbromid vermischt sich mit dem aus dem <i>Verdampfer</i> einströmenden Kältemitteldampf und der Kreisprozess beginnt erneut. Die Qualität des Prozesses wird üblicherweise mit dem COP (Coefficient of Performance) beschrieben:</p> <p><math>COP = \text{Kälteleistung} / \text{Antriebsleistung} = Q_0 / Q_{\text{Heiz}}</math></p> <p>wobei die Antriebsleistung der aufgewendeten Heizleistung entspricht.</p> <p>Für eine Kälteabgabe, die eine Lagerhaustemperatur von etwa 10 °C ermöglicht (Kaltwassereintritt: 12 °C / Kaltwasseraustritt: 6 °C), kann bei einer Abwärmtemperatur von etwa 100 °C von einem COP = 0,75 ausgegangen werden.</p>	
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b></p> <p>Die notwendige Infrastruktur hängt sehr davon ab, welche Produkte gelagert werden sollen. Es ist jedenfalls eine große Bandbreite an Lagergut vorstellbar. Welches Produkt in Frage käme, hängt eher von zufälligen Gegebenheiten ab, die vor allem durch regional vorhandene Gewerbebetriebe geprägt werden. In der Regel wird es darum gehen, eine ohnehin notwendige Kühllagerung aus einem Verarbeitungsbetrieb auszulagern. Wahrscheinlich würde der Gewerbebetrieb die notwendigen Investitionen für die Kühltechnik und Lagerausrüstung übernehmen oder sich zumindest an der Investition beteiligen. Zwischengelagerte Endprodukte werden meist auf Paletten gelagert und mit Gabelstapler transportiert. Für Rohprodukte käme dagegen oft eine Schüttlagerung infrage, für die hauptsächlich Radlader eingesetzt werden</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b></p> <p><input type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein          evtl.</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b></p> <p><input type="checkbox"/> Trecker  <input checked="" type="checkbox"/> Radlader  <input checked="" type="checkbox"/> Stapler  <input type="checkbox"/> Sonstige:</p>

<p><b>Anwendungsgebiet: Kälteerzeugung für Kühlhäuser</b></p>	
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b>                  Der Platzbedarf der Absorptionskälteanlage ist relativ gering, so dass eher nur der Lagerraumbedarf ins Gewicht fällt. Die Lagerraumgröße hängt wiederum sehr von dem Lagergut und dem Ladegerät ab. Der Kühlraum kann auch in vorhandene Wirtschaftsgebäude eingebaut werden. Wichtig ist dann noch, eine gute Zugänglichkeit für LKW zu gewährleisten. Außerdem sollte der Lagerraum auf seiner Hüllfläche mit einer Wärmedämmung versehen sein.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <p><input type="checkbox"/> minimal</p> <p><input type="checkbox"/> Grundfläche: m<sup>2</sup></p> <p><input type="checkbox"/> Rangierfläche</p> <p><input type="checkbox"/> Halle: m<sup>2</sup></p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Lagerflächen</b></p> <p><input type="checkbox"/> Rohstofflager</p> <p><input type="checkbox"/> Warenlager</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Kühllager</p> <p><input type="checkbox"/> Reststofflager</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung</p> <p><input type="checkbox"/> regelmäßig</p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter</p> <p><input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>
<p><b>Arbeitsablauf</b>                  Es ist naheliegend, dass die Beschickung und Entnahme von Lagergut durch Personal des Lagerbetreibers geleistet wird. Für den Biogasbetreiber ergeben sich damit keine besonderen Arbeitsgänge.</p>	
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b>                  Es wäre eine Möglichkeit, dass der Landwirt bzw. Landwirte der Region Produkte anbauen und evtl. auch verarbeiten, die eine kühle Lagerung erforderlich machen. Dadurch lassen sich Vermarktungsvorteile erschließen.</p>	



Anwendungsgebiet: Kälteerzeugung für Kühllager	Finanzielle Details
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b>                      Die Wirtschaftsbeurteilung ergibt sich anhand eines Vollkostenvergleiches mit der sonst üblichen Kompressionskältemaschine. Dabei lässt sich feststellen, dass der Strompreis mit besonders hohem Gewicht in den Vergleich eingeht. In Anbetracht der vielfältigen Rahmenbedingungen ist es nicht möglich, eine allgemeine Orientierung zu bieten. Es wird deshalb empfohlen den Kostenvergleich für jeden Fall gesondert durchzuführen. Um die notwendige Systematik zu veranschaulichen, werden im Folgenden zwei Berechnungsbeispiele vorgestellt:</p>	<p><b>Erlössituation</b>  <input type="checkbox"/> akzeptabel  <input type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstendenz</b>  <input type="checkbox"/> fallend  <input type="checkbox"/> unverändert  <input type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b>  <input type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>
<p><b>Beispiel 1: Kühllager</b>                      Kühlleistung 800 kW<sub>Kälte</sub>, Kaltwassereintritt: 12 °C / Kaltwasseraustritt: 6 °C, 2.000 Vollaststunden/a,</p> <p><i>Variante Absorptionskälteanlage</i>                      BHKW heiß gekühlt: Vorlauf 100 °C / Rücklauf 80 °C                      erforderliche Heizleistung ca. 1.200 kW                      Strompreis (Arbeitspreis unter Einrechnung des Grundpreises): 13 Ct/kWh                      Wasserpreis: 2 €/m<sup>3</sup>                      Annuität der Investition: 10 %                      Single effect:                      Investition: 290 €/kW · 800 kW = 232.000 €                      Annuität: 23.200 €/a                      Strom: 0,8 MW · 2.000 h/a · 70 kWh<sub>el</sub>/MWh · 0,13 €/kWh = 14.560 €/a                      Wasser: 0,8 MW · 2.000 h/a · 4,5 m<sup>3</sup>/MWh · 2 €/ m<sup>3</sup> = 14.400 €/a                      Instandhaltung: 2.320 €                      Jährliche Kosten: <b>54.500 €/a</b></p> <p><b>Kosten pro MWh Kälte: 34 €/MWh</b> (ohne Einrechnung von Wärmekosten)</p> <p><i>Variante Kompressionskältemaschine:</i>                      Der Strombedarf wird etwa 250 kWh/MWh<sub>Kälte</sub> (COP = 4) betragen. Für den Verdichter (ca. 40 % der Inv.) wird ein erhöhter Instandhaltungsaufwand von 5 % der Invest./a vorgesehen.                      Investition: 290 €/kW · ca. 90 % · 800 kW = 210.000 €                      Annuität: 21.000 €/a                      Strom: 0,8 MW · 2.000 h/a · 250 kWh<sub>el</sub>/MWh · 0,12 €/kWh = 48.000 €/a (aufgrund des höheren Stromverbrauchs um 1 Ct/kWh auf 12 Ct/kWh vermindert)                      Wasser: 0,8 MW · 2.000 h/a · 2,5 m<sup>3</sup>/MWh · 2 €/ m<sup>3</sup> = 8.000 €/a                      Instandhaltung: 125.000 € · 1 % + 85.000 € · 5 % = 5.500 €/a                      Jährliche Kosten: <b>82.500 €/a</b></p> <p><b>Kosten pro MWh Kälte: 52 €/MWh</b></p> <p><i>Kosteneinsparung</i>                      Demnach ließen sich, falls die Abwärme als erlösneutral angesetzt werden würde, jährlich bis zu 28.000 € einsparen. Aus dem KWK-Zuschlag gemäß Erneuerbare Energien Gesetz käme ein Erlös von                      2.000 h/a · 1.200 kW · 0,02 €/kWh = 48.000 €/a hinzu.                      Der Erlös für die Abwärme würde damit 76.000 €/a betragen, was einem spezifischen Erlös von 32 €/MWh<sub>h</sub> für die erzeugte Wärme entsprechen würde. Evtl. anfallende Kosten für die Logistik und bauliche Kosten würden den errechneten Erlös vermindern.</p>	



<p>(Forts. Beispiele)</p> <p><b>Beispiel 2: Kühllager</b></p> <p>1.300 kW<sub>Kälte</sub>, - 3 °C, 2.000 Volllaststunden/a</p> <p><i>Variante Kaskadenschaltung</i></p> <p>Absorptionskälteanlage (single effect, 800 kW<sub>Kälte</sub>) + Kompressionskälteanlage (500 kW<sub>Kälte</sub>) in Kaskadenschaltung:                  Investition: 290 €/kW · 800 kW + ca. 60 % · 320 €/kW · 500 kW = 330.000 €                  Annuität: 33.000 €/a                  Strom: (0,8 MW · 70 kWh<sub>el</sub>/MWh + 0,5 MW · 1.000 /9 kWh<sub>el</sub>/MWh) · 2000 h/a · 0,13 €/kWh = 29.000 €/a                  Wasser: (0,8 MW · 5,5 m<sup>3</sup>/MWh + 0,5 MW · 2,5 m<sup>3</sup>/MWh) 2000 h/a · 2 €/ m<sup>3</sup> = 23.000 €/a                  Instandhaltung: 48.000 € · 5 %/a + 282.000 € · 1 %/a = 5.200 €/a                  wobei 50 % der Inv. mit 5 % berücksichtigt ist.</p> <p>Jährliche Kosten: <b>90.000 €/a</b> (ohne Einrechnung von Wärmekosten)</p> <p><i>Variante Kompressionskälteerzeugung:</i>                  Investition: ca. 90 % · 210 €/kW · 1.300 kW = 245.000 €                  Annuität: 24.500 €/a                  Strom: 1,3 MW · 1.000 /5,5 kWh<sub>el</sub>/MWh · 2.000 h/a · 0,12 €/kWh = 57.000 €/a                  Wasser: 1,3 MW · 2,5 m<sup>3</sup>/MWh · 2.000 h/a · 2 €/ m<sup>3</sup> = 13.000 €/a                  Instandhaltung: 74.000 € · 5 %/a + 171.000 € · 1 %/a = 5.400 €/a                  wobei 30 % der Inv. mit 5 % berücksichtigt ist</p> <p>Jährliche Kosten: <b>100.000 €/a</b></p> <p><i>Kosteneinsparung</i></p> <p>Damit würden unter den gleichen Annahmen wie in Beispiel 1 in diesem Fall 10.000 €/a zzgl. 48.000 €/a an KWK-Zuschlag = 58.000 €/a eingespart werden. Der Wärmeerlös würde damit</p> <p>10.000 €/a / 1,2 MW / 2.000 h/a = 6 €/MWh betragen</p>	
<p><b>Risiken</b></p> <p>Es wird davon ausgegangen, dass die wärmegetriebene Kälteerzeugung nur in Fällen zum Zuge kommen würde, in denen ohnehin eine Kühllagerkapazität erforderlich wäre. So können sich die Risiken nur auf die technischen Unterschiede zur konventionellen Kompressionskältemaschine und die jeweiligen Einflüsse auf die Betriebskosten beziehen. Da die Absorptionswärmepumpe als technisch ausgereift gelten kann, sind keine besonderen Risiken zu erwarten.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <p><input type="checkbox"/> Technik</p> <p><input type="checkbox"/> Markt</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Kälteerzeugung für Kühllager</b></p>	
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b>                  Das folgende Diagramm bietet eine Orientierung zum Verhältnis zwischen Kälteleistung und Heizwärmebedarf bei Absorptionskälteanlagen (single effect, Kaltwassereintritt: 12 °C / Kaltwasseraustritt: 6 °C):</p> <div data-bbox="312 651 954 1055"> <p style="text-align: center;"><b>Absorptionskälteanlage</b></p> <p style="text-align: center;">Kälteleistung (kW) vs. erf. Heizwärmeleistung (kW)</p> <p style="text-align: center;">bremer energie institut</p> </div> <p><i>Erforderliche Heizleistung in Abhängigkeit von der Kälteleistung bei einer im single effect mit Lithiumbromid betriebenen Absorptionskälteanlage</i></p> <p>Demnach ist z. B. eine Heizleistung von 700 kW erforderlich, um eine Kälteleistung von 500 kW zu erbringen.                  Die Investitionskosten der Absorptionskälteanlage (single effect) lassen sich aus dem folgenden Diagramm ablesen:</p> <div data-bbox="312 1290 963 1693"> <p style="text-align: center;"><b>Kosten der Absorptionsanlagen</b></p> <p style="text-align: center;">spez. Investitionskosten (€/kW) vs. Kälteleistung (kW)</p> </div> <p><i>Kosten einer mit Lithiumbromid betriebenen Absorptionskälteanlage (single effect)</i>                  Quelle: [PRAXIS 2004a] S. 10</p> <p>Darin sind Kosten für die Planung und Inbetriebnahme enthalten. Bei einer Anlage mit 500 kW Kälteleistung würde die Investition entsprechend etwa 330 €/kW * 500 kW = 165.000 € betragen. Je nach erforderliche Rohrleitungen und baulichen Aufwand können die Kosten erheblich hiervon abweichen.                  Da der Betrieb des Kühllagers in der Regel eng mit dem Nutzer verbunden wäre, würde er auch als Investor in Frage kommen. Es sind aber auch Betriebsformen denkbar, bei denen der Biogasanlagenbetreiber und der Nutzer als Partner auftreten. Dies wäre für einen reibungslosen Betrieb der Anlage förderlich.</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €</li> <li><input type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €</li> <li><input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</li> </ul>



<b>Anwendungsgebiet: Kälteerzeugung für Kühlhäuser</b>	
<b>Erforderliche Randbedingungen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- ein in der Nähe befindlicher Gewerbebetrieb, der Kühllagerbedarf aufweist</li><li>- Platzangebot für ein Kühlhaus bzw. für ein Kühllager innerhalb eines bestehenden Gebäudes in unmittelbarer Nähe zum Biogas-BHKW, gute Erreichbarkeit für Lieferverkehr</li><li>- eine hohe jährliche Auslastung des Systems</li></ul>	
<b>Hemmnisse</b> <p>Unbequemlichkeit, Kühlgut evtl. zusätzlich transportieren zu müssen.</p>	
<b>Herstelleradressen (nicht vollständig)</b> <p>ABB Energiesysteme GmbH Wolfsbankring 38 45355 Essen Telefon: +49 (0) 201-68599 0 www.abb.de</p> <p>York International GmbH Postfach 100465 68004 Mannheim Telefon: +49 (0) 621-468 0 www.york-international.de</p> <b>Anlagenbauer</b> <p>./.</p>	
<b>Quellenverzeichnis</b> <p>Sammelhandbuch Praxis Kraft-Wärme-Kopplung, Bd. 1 Teil 3/9.3</p> <p>AGFW: Pluralistische Wärmeversorgung 2000</p> <p>BINE profiinfo II/98, Informationsdienst BINE</p> <p>[PRAXIS 2004a] Sammelhandbuch Praxis Kraft-Wärme-Kopplung Teil 5/8.4</p> <p>Vortrag von Th. Fischer, ZAE; anlässlich eines am 11.5.2006 stattgefundenen Besuches: „Nutzungsmöglichkeiten für Wärme aus Biogas-Blockheizkraftwerken“ vor dem Hintergrund einer am ZAE durchgeführten Projektevaluierung</p>	



<p><b>Anwendungsgebiet: ORC-Anlage</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 500 – 2.000 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Der Organic-Rankine-Cycle-Prozess (ORC-Prozess) ermöglicht eine Nutzung der Biogas-BHKW-Wärme für eine zusätzliche Stromerzeugung. Der dem BHKW nachgeschaltete Prozess verarbeitet entweder die gesamte überschüssige Abwärme oder bei anderen Konzepten lediglich die in den Abgasen enthaltene Wärme. Ein großer Vorteil der ORC-Anlage ist, dass sie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sich bei jedem BHKW nachrüsten lässt,</li> <li>- ohne Probleme eine ganzjährige Wärmenutzung ermöglicht und</li> <li>- dass im Rahmen dieser Wärmenutzung keine neue Dienstleistung oder Vermarktung aufgebaut werden müsste.</li> </ul> <p>Außerdem ist der ORC-Prozess im EEG § 8 (4) unter den Techniken aufgelistet, die unter Umständen einen Technologiebonus von 2 ct/kWh erhalten würde. Leider ist die Handhabung der Regelung gerade auf die ORC-Technik bezogen sehr unklar geblieben. Es ist zu hoffen, dass eine Novellierung des EEG diese Unklarheiten ausräumen wird.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation: _____  <input checked="" type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)  <input checked="" type="checkbox"/> 0 ..... 1 ..... 2 ..... 3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum: _____</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input type="checkbox"/> unempfindlich  <input checked="" type="checkbox"/> normal  <input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>                  Es handelt sich um einen Dampf-Kraft-Prozess, der anstatt Wasserdampf ein organisches Arbeitsmedium verwendet. Als Expansionsmaschine dient bei dem hier in Frage kommenden Leistungsspektrum ein Schraubenverdichter. Der hiermit verbundene Kreisprozess weist eine gewisse Ähnlichkeit zu dem Kühlkreislauf eines Kühlschranks auf, bei dem die Verdampfung ebenfalls bei niedrigen Temperaturen stattfindet. So ermöglicht er bereits bei einem geringen Temperaturgefälle zwischen Wärmequelle und -senke von 70 °C einen Wirkungsgrad von rund 10 % und bei 140°C von rund 20%. Die erstgenannte Temperaturspreizung wird erreicht, wenn das Abwärmegemisch des BHKW verwendet wird und die doppelt so große, wenn lediglich die Abgaswärme zum Antrieb genutzt wird. Da die Abgaswärme etwa die Hälfte der zur Verfügung stehenden Wärmeleistung ausmacht, würde zumindest in dem zweiten Fall noch genügend heiße Abwärme für weitere Anwendungen zur Verfügung stehen.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b>  <input type="checkbox"/> &lt; 60 °C  <input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C  <input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C  <input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b>  <u>Wasser, Thermoöl</u></p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)  <input type="checkbox"/> Wasserversorgung  <input type="checkbox"/> Abwasser  <input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)  <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____</p>
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b>                  Das ORC-Modul sollte in der Nähe des BHKW-Moduls aufgestellt werden. Weitere Infrastrukturansprüche können aus einer zusätzlich möglichen Wärmenutzung entstehen.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b>  <input type="checkbox"/> ja  <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b>  <input type="checkbox"/> Trecker  <input type="checkbox"/> Radlader  <input type="checkbox"/> Stapler  <input type="checkbox"/> Sonstige: _____</p>

<p><b>Anwendungsgebiet: ORC-Anlage</b></p>	
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b>                  ORC-Anlagen können in Kompaktbauweise errichtet werden. Dabei sind alle Komponenten auf Containerrahmen montiert und die erforderlichen Anschlüsse müssen nur noch eingerichtet werden. Der Container hat die Abmessungen von ca. 12 m x 2,5 m x 2,5 m, so dass seine Grundfläche ungefähr 32 m<sup>2</sup> beträgt. Für eine Anlage im 500kW<sub>th</sub>-Bereich werden zwei Containermodule benötigt.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> minimal</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Grundfläche: min. 60 m<sup>2</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Rangierfläche</li> <li><input type="checkbox"/> Halle: m<sup>2</sup></li> <li><input type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul> <p><b>Lagerflächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rohstofflager</li> <li><input type="checkbox"/> Warenlager</li> <li><input type="checkbox"/> Kühllager</li> <li><input type="checkbox"/> Reststofflager</li> <li><input type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul> <p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung</li> <li><input type="checkbox"/> regelmäßig</li> <li><input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</li> </ul>
<p><b>Arbeitsablauf</b>                  Die ORC-Anlage lässt sich in das Wartungsprogramm des BHKW-Moduls integrieren.</p>	
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b>                  keine</p>	



Anwendungsgebiet: ORC-Anlage	Finanzielle Details																																																
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b>                      Wie bereits erwähnt, gibt es Unklarheiten bei der Vergütung durch den KWK-Bonus und den Technologie-Bonus. Grundsätzlich wären drei verschiedene Erlössituationen denkbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fall 1: Der Technologie-Bonus wird nur für die Stromerzeugung des ORC-Prozesses gezahlt, eine Vergütung über die KWK-Bonusregelung findet nicht statt</li> <li>- Fall 2: Der Technologie-Bonus wird nur für die Stromerzeugung des ORC-Prozesses gewährt, es erfolgt eine Wärmenutzung neben dem ORC-Prozess und somit wird der KWK-Bonus gezahlt</li> <li>- Fall 3: Der Technologie-Bonus wird für die Stromerzeugung des Kombiprozesses (BHKW + ORC-Prozess) gezahlt, eine Vergütung nach der KWK-Bonus-Regelung entfällt</li> </ul> <p>Dabei ergeben sich bei einer Vergütung der Gesamtanlage über den Technologie-Bonus (Fall 3) die höchsten Erlöse. Es ist jedoch fraglich, ob eine solche Vergütung (falls sie überhaupt durchsetzbar ist) nach einer Novellierung des EEG noch möglich sein wird. Der Vergleich einer Vergütung ohne KWK-Bonus (Fall 1) mit einer Vergütung mit KWK-Bonus (Fall 2) ergibt, dass der Anteil der KWK-Vergütung am Gesamterlös über 60 % beträgt (siehe Modellrechnung). Bei einer Vergütung gemäß Fall 1 (nur technologiebonus für den ORC-Prozess) decken die Erlöse demnach gerade noch die Betriebskosten.</p>	<p><b>Erlössituation</b>  <input checked="" type="checkbox"/> akzeptabel  <input type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstitendenz</b>  <input type="checkbox"/> fallend  <input checked="" type="checkbox"/> unverändert  <input type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b>  <input type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>																																																
<p>Modellrechnung:                      Für die Berechnung wurde von einem Biogas-BHKW mit einem Output von 533 kW<sub>el</sub> und 600 kW<sub>th</sub> ausgegangen. Die ORC-Anlage erzeugt einen Output von 60 kW<sub>el</sub> und nutzt dafür Abgaswärme mit einer Leistung von 300 kW<sub>th</sub>. Die restliche Wärme von 180 kW<sub>th</sub> wird je nach Fall ggfs. einer externen Nutzung zugeführt, 120 kW<sub>th</sub> werden für den Eigenbedarf genutzt.                      Für die Berechnung der ORC-Anlage liegen folgende Werte zugrunde:</p>																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Posten</th> <th></th> <th>Einheit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Investition</td> <td>5.000</td> <td>€/kW<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>Zins</td> <td>7</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Nutzungsdauer</td> <td>20</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>Annuitätsfaktor</td> <td>0,0944</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stromkosten</td> <td>12</td> <td>Ct/kWh</td> </tr> <tr> <td>Stromeigenbedarf</td> <td>12</td> <td>kW<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>Instandhaltung</td> <td>1,5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Versicherung</td> <td>0,5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Verwaltung</td> <td>1,5</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Jährliche Betriebsstunden</td> <td>7.000</td> <td>h/a</td> </tr> <tr> <td>Grundvergütung (2007)</td> <td>9,46</td> <td>Ct/kW<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>NaWaRo-Bonus</td> <td>6</td> <td>Ct/kW<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>Technologie-Bonus</td> <td>2</td> <td>Ct/kW<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>KWK-Bonus</td> <td>2</td> <td>Ct/kW<sub>el</sub></td> </tr> <tr> <td>Stromkennzahl</td> <td>1,8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Posten		Einheit	Investition	5.000	€/kW <sub>el</sub>	Zins	7	%	Nutzungsdauer	20	a	Annuitätsfaktor	0,0944		Stromkosten	12	Ct/kWh	Stromeigenbedarf	12	kW <sub>el</sub>	Instandhaltung	1,5	%	Versicherung	0,5	%	Verwaltung	1,5	%	Jährliche Betriebsstunden	7.000	h/a	Grundvergütung (2007)	9,46	Ct/kW <sub>el</sub>	NaWaRo-Bonus	6	Ct/kW <sub>el</sub>	Technologie-Bonus	2	Ct/kW <sub>el</sub>	KWK-Bonus	2	Ct/kW <sub>el</sub>	Stromkennzahl	1,8	
Posten		Einheit																																															
Investition	5.000	€/kW <sub>el</sub>																																															
Zins	7	%																																															
Nutzungsdauer	20	a																																															
Annuitätsfaktor	0,0944																																																
Stromkosten	12	Ct/kWh																																															
Stromeigenbedarf	12	kW <sub>el</sub>																																															
Instandhaltung	1,5	%																																															
Versicherung	0,5	%																																															
Verwaltung	1,5	%																																															
Jährliche Betriebsstunden	7.000	h/a																																															
Grundvergütung (2007)	9,46	Ct/kW <sub>el</sub>																																															
NaWaRo-Bonus	6	Ct/kW <sub>el</sub>																																															
Technologie-Bonus	2	Ct/kW <sub>el</sub>																																															
KWK-Bonus	2	Ct/kW <sub>el</sub>																																															
Stromkennzahl	1,8																																																
<p>Erlössituation der unterschiedlichen Fälle:</p>																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Posten</th> <th>Fall 1</th> <th>Fall 2</th> <th>Fall 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Betriebskosten [€/a]</td> <td>Annuität</td> <td>28.300</td> <td>28.300</td> <td>28300</td> </tr> <tr> <td>Stromkosten</td> <td>10.100</td> <td>10.100</td> <td>10.100</td> </tr> <tr> <td>Instandhaltung</td> <td>4.500</td> <td>4.500</td> <td>4.500</td> </tr> <tr> <td>Versicherung</td> <td>1.500</td> <td>1.500</td> <td>1.500</td> </tr> <tr> <td>Verwaltung</td> <td>4.500</td> <td>4.500</td> <td>4.500</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Erlös [€/a]</td> <td>Grundvergütung (2007)</td> <td>39.700</td> <td>39.700</td> <td>39.700</td> </tr> <tr> <td>NaWaRo-Bonus</td> <td>25.200</td> <td>25.200</td> <td>25.200</td> </tr> <tr> <td>Technologie-Bonus</td> <td>8.400</td> <td>8.400</td> <td>83.000</td> </tr> <tr> <td>KWK-Bonus</td> <td>entfällt</td> <td>45.400</td> <td>entfällt</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gewinn [€/a]</td> <td>24.400</td> <td>69.800</td> <td>99.000</td> </tr> </tbody> </table>			Posten	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Betriebskosten [€/a]	Annuität	28.300	28.300	28300	Stromkosten	10.100	10.100	10.100	Instandhaltung	4.500	4.500	4.500	Versicherung	1.500	1.500	1.500	Verwaltung	4.500	4.500	4.500	Erlös [€/a]	Grundvergütung (2007)	39.700	39.700	39.700	NaWaRo-Bonus	25.200	25.200	25.200	Technologie-Bonus	8.400	8.400	83.000	KWK-Bonus	entfällt	45.400	entfällt		Gewinn [€/a]	24.400	69.800	99.000
	Posten	Fall 1	Fall 2	Fall 3																																													
Betriebskosten [€/a]	Annuität	28.300	28.300	28300																																													
	Stromkosten	10.100	10.100	10.100																																													
	Instandhaltung	4.500	4.500	4.500																																													
	Versicherung	1.500	1.500	1.500																																													
	Verwaltung	4.500	4.500	4.500																																													
Erlös [€/a]	Grundvergütung (2007)	39.700	39.700	39.700																																													
	NaWaRo-Bonus	25.200	25.200	25.200																																													
	Technologie-Bonus	8.400	8.400	83.000																																													
	KWK-Bonus	entfällt	45.400	entfällt																																													
	Gewinn [€/a]	24.400	69.800	99.000																																													
<p>Für Fall 2 ist zu beachten, dass die nachgeschaltete Wärmenutzung (180 kW<sub>th</sub>) auch noch Kosten aufwerfen wird, sodass sich der angegebene Gewinn (ca. 70.000 €) vermindern wird.</p>																																																	



<p><b>Anwendungsgebiet: ORC-Anlage</b></p>	
<p><b>Risiken</b>                  Mit EEG §8 (4) wurde offenbar nur der Variante Rechnung getragen, bei der die ORC-Anlage den alleinigen Energiewandler darstellt. Jedenfalls wirft die Nachschaltung hinter einem Verbrennungsmotor einige Unklarheiten auf, die unbedingt im Rahmen einer EEG-Novellierung beseitigt werden sollten. Nach aktueller Rechtslage stellen wir uns auf den Standpunkt, dass die alleinige externe Abwärmenutzung in einer ORC-Anlage analog zu einem GuD-Kraftwerk (bei dem der aus einer Gasturbine abgegebene Dampf in einer Dampfturbine zur weiteren Krafterzeugung genutzt wird) keine Kraft-Wärme-Kopplung darstellt. Ein Anspruch auf KWK-Bonus würde dann in dem Maße zustande kommen, wie darüber hinaus Wärme extern genutzt wird, wobei dann eine sehr hohe Stromkennzahl gelten müsste ((Stromerzeugung des BHKW-Moduls + Stromerzeugung des ORC-Aggregats) / maximale KWK-Wärmeerzeugung). Für den Technologiebonus wäre es an sich logisch, dass nur der Stromerzeugungsanteil der ORC-Anlage als Basis genommen werden sollte, weil sonst ein Anreiz bestände, den Stromerlös mit Hilfe einem sehr klein dimensionierten ORC-Aggregat zu steigern. Die Formulierung des aktuellen Gesetzestextes gibt dies indes nicht so klar wieder. Wenn beispielsweise eine Anlage auf der Basis eines Technologiebonus für die komplette Kombianlage in Betrieb genommen wird, besteht keine Sicherheit, dass die antizipierte Vergütungssituation auf Dauer erhalten bleibt.</p> <p>Neben der rechtlichen Unklarheit, die sich wahrscheinlich nach einer Novellierung des EEG aufheben wird, ist zu berücksichtigen, dass sich die ORC-Technik zumindest in der hier in Frage kommenden Leistungsklasse im Pilotanlagenstadium befindet.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Technik</li> <li><input type="checkbox"/> Markt</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges:</li> </ul>
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b>                  Die ORC-Anlagengröße ist abhängig von der zur Verfügung stehenden Wärmeleistung. Eine ORC-Anlage mit einer Leistung von 60 kW<sub>el</sub> benötigt eine Leistung von ca. 300 kW<sub>th</sub>. Es ergeben sich Investitionskosten in Höhe von 4.000 – 6.000 €/kW<sub>el</sub>. Größere Anlagen werden zu geringere Investitionskosten pro kW<sub>el</sub> führen.</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €</li> <li><input type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €</li> <li><input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €</li> <li><input type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</li> </ul>



<p><b>Anwendungsgebiet: ORC-Anlage</b></p>	
<p><b>Erforderliche Randbedingungen</b>                  Gemäß dem 2004 in Kraft getretenen EEG sollte das mit einer nachgeschalteten ORC-Anlage versehene BHKW zumindest eine temporäre externe Wärmenutzung aufweisen, die über die Prozesswärmebedarfsdeckung des Biogasfermenters hinausgeht.</p>	
<p><b>Hemmnisse</b>                  - Unschärfen des EEG                  - geringe Betriebserfahrungen                  - hoher Kapitalbedarf</p>	
<p><b>Herstelleradressen (nicht vollständig)</b></p> <p>GMK Gesellschaft für Motoren und Kraftanlagen mbH                  Reuterstraße 5                  18211 Bargeshagen                  Tel.: +49 (0) 38203-7758 0                  Fax.: +49 (0) 38203-7758 20  <a href="mailto:info@gmk.info">info@gmk.info</a>  <a href="http://www.gmk.info">www.gmk.info</a></p> <p>Turboden s.r.l.                  Viale Stazione, 23                  I-25122 Brescia                  Tel.: +39 30-3772341                  Fax.: +39 30-3772346  <a href="mailto:info@turboden.com">info@turboden.com</a>  <a href="http://www.turboden.com">www.turboden.com</a></p> <p><b>Anlagenbauer (nicht vollständig)</b></p> <p>Pro2 Anlagentechnik GmbH                  Schmelzerstraße 25                  D-47877 Willich                  Tel.: +49 (0) 2154-488 0                  Fax.: +49 (0) 2154-488 105  <a href="mailto:info@pro-2.net">info@pro-2.net</a></p> <p>Schmack Biogas AG                  Bayernwerk 8                  92421 Schwandorf                  Tel.: +49 (0) 9431-751 0                  Fax.: +49 (0) 9431-751 204  <a href="mailto:info@schmack-biogas.com">info@schmack-biogas.com</a>  <a href="http://www.schmack-biogas.com">www.schmack-biogas.com</a></p>	
<p><b>Projektbeispiele</b></p> <p>Biokraft Hennstedt Dithm. Betriebs GmbH                  Julianka 1                  25779 Hennstedt, Dithmarschen                  Tel.: +49 (0) 4836-1526</p> <p>Bioenergie Biburg GmbH &amp; Co KG                  Geschäftsführer Benedikt Bachmeier                  Raiffeisenstraße 28                  93354 Biburg                  Tel.: +49 (0) 171-8170918</p>	



<p><b>Anwendungsgebiet: ORC-Anlage</b></p>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. <i>Sachverständige für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen</i>. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.bayern.de/LFW/service/psw/sach_wg_04.htm">http://www.bayern.de/LFW/service/psw/sach_wg_04.htm</a></p> <p>Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU]. <i>Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse</i>. Entnommen am 26.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/zwischenbericht_eeg_monitoring2.pdf">http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/zwischenbericht_eeg_monitoring2.pdf</a></p> <p>energytech.at. <i>KWK mit alternativen Prozessen - KWK auf Basis eines ORC-Prozesses (Organic Rankine Cycle) mit Biomasse</i>. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.energytech.at/(de)/kwk/portrait_kapitel-2_5.html#h3der">http://www.energytech.at/(de)/kwk/portrait_kapitel-2_5.html#h3der</a></p> <p>Fischer, J.; Kaltschmitt, M.; Langnickel, U. (Hrsg.). (2002). <i>Bioenergieträger in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen</i>. Göttingen: Schmidt</p> <p>Fischer, Th.. <i>Wärmenutzung bei kleinen Biogasanlagen</i>. Entnommen am 12.09.2006, von der Quelle <a href="http://www.zae-bayern.de/files/biogas.pdf">http://www.zae-bayern.de/files/biogas.pdf</a></p> <p>Gaderer, M.. <i>Organic Rankine Cycle - Kraft-Wärme-Kopplung bei Verwendung eines organischen Arbeitsmediums in Kombination mit einer Biomassefeuerung</i>. Entnommen am 22.01.07, von der Quelle <a href="http://www.zae.uni-wuerzburg.de/files/pub_a1_08.pdf">http://www.zae.uni-wuerzburg.de/files/pub_a1_08.pdf</a></p> <p>Gaßner, Groth, Siederer &amp; Coll 2007. <i>Energie • Newsletter Januar 2007</i>. Entnommen am 29.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.ggsc.de/service/downloads/newsletter/24012007__ENL_01_07.pdf">http://www.ggsc.de/service/downloads/newsletter/24012007__ENL_01_07.pdf</a></p> <p>Loibl, H. (2006). <i>Vergütungsfragen und Verträge nach dem EEG</i>, Verbrauchermesse Rohstoffe und Solarenergie, Rosenheim. Entnommen am 10.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.carmen-ev.de/dt/portrait/sonstiges/biom06_gespraech/Loibl.pdf">http://www.carmen-ev.de/dt/portrait/sonstiges/biom06_gespraech/Loibl.pdf</a></p> <p>Schmitz, K. W., Schaumann, G. (Hrsg.). (2004). <i>Kraft-Wärme-Kopplung (3., voll. überarbeitete und erw. Aufl.)</i>. Düsseldorf: Springer.</p> <p>Schneider, R. <i>Wirtschaftliche Wärmenutzung in verschiedenen Projekten</i>. Vortrag am 26. Januar 2006, 15. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Hannover.</p> <p>Schuster, A., <i>Der Organic-Rankine-Cycle – Anwendungen und Abwärmennutzung</i>. ZAE Symposium, Freising. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.zae.uni-wuerzburg.de/files/schuster_zae-symposium06.pdf">http://www.zae.uni-wuerzburg.de/files/schuster_zae-symposium06.pdf</a></p> <p>Turboden. <i>Biomasse-KWK mit ORC Technik</i>. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.hessenenergie.de/Info-Bereiche/Biomasse_Holz/Nachlese-TF-BiomasseKWK/TF-PDFs/5_TF-Duvia_Turboden.pdf">http://www.hessenenergie.de/Info-Bereiche/Biomasse_Holz/Nachlese-TF-BiomasseKWK/TF-PDFs/5_TF-Duvia_Turboden.pdf</a></p> <p>Waerd, S.. <i>Biogasnutzung mit ORC-Anlagen und Gasmotoren</i>. 15. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Hannover. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.pro2.de/pro2/de/Download/Deutsch/Jahrestagung%20Fachverband%20Biogas.pdf#search=%22pro2%20orem%22">http://www.pro2.de/pro2/de/Download/Deutsch/Jahrestagung%20Fachverband%20Biogas.pdf#search=%22pro2%20orem%22</a></p> <p>Waerd, S. <i>Technik, Kosten und Wege zur Realisierung von Motor-Blockheizkraftwerken für Biogas, Deponiegas, Klärgas und Pflanzenöl</i>. Vortrag 30. März 2006, 3. Südwestfälischer Energietag, Meschede. Entnommen am 22.01.2007, von der Quelle <a href="http://www.fh-meschede.de/einrichtungen/energietag/2006/pdf/energietag2006---technik_kosten_und_wege.pdf">http://www.fh-meschede.de/einrichtungen/energietag/2006/pdf/energietag2006---technik_kosten_und_wege.pdf</a></p>	



<p><b>Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 500 - 2.000 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Die Gärrestaufbereitung kann unter bestimmten Umständen dazu beitragen, die Kosten der Ausbringung zu reduzieren, indem dadurch die Transport- und Lagerkosten bei der Gärrestverwertung vermindert werden. Grundsätzlich lassen sich bei der thermischen Gärrestaufbereitung die Aufbereitung durch Ammoniakstrippung und die Aufbereitung durch thermische Aufkonzentrierung (Eindampfung) unterscheiden. Beide Verfahren nutzen als erste Stufe eine mechanische Feststoffabscheidung. Die abgeschiedenen Feststoffe können, vergleichbar mit Frischkompost, als Bodenverbesserer und Dünger genutzt werden. In einem weiteren Prozessschritt werden jeweils die Feingütleanteile thermisch behandelt.</p> <p>Bei der <i>Ammoniakstrippung</i> entstehen Trübwasser und eine Ammoniumhydrogencarbonat-Lösung, die als Einnährstoff-Stickstoffdünger genutzt werden kann. Das stickstoff- und phosphorreduzierte, aber kaliumreiche Trübwasser wird auf landwirtschaftlichen Flächen verregnet oder in einer Teilrückführung zur Anmischung des Gärguts verwendet. Das Verfahren ist bei Biogasanlagen ab 500 kW<sub>el</sub> realisierbar.</p> <p>Bei der <i>Eindampfung</i> entsteht Kondensat und Konzentrat. Das Kondensat ist unbelastetes Brauchwasser. Es wird entweder bei der Biogasanlage zur Anmischung des Gärguts verwendet oder der kommunalen Kläranlage zugeführt bzw. bei Direkteinleitererlaubnis in ein nahes Gewässer eingeleitet. Das Konzentrat kann aufgrund der erhöhten Nährstoffkonzentrationen entweder auf eigenen Flächen als Dünger eingesetzt werden oder als Stickstoffdünger mit hohem Schwefelanteil vermarktet werden. Die thermische Aufkonzentrierung weist einen hohen Wärmebedarf auf. Deshalb eignet sie sich erst bei Wärmeangeboten von 1 MW und mehr.</p> <p>Aufgrund der damit erreichten Transportvolumenreduzierung wird im Vergleich zur Ausbringung von unbehandelten Gärresten insbesondere bei Ausbringungsflächen in größeren Entfernungen eine deutliche Kostensenkung erreicht. Ohne Einrechnung der KWK-Vergütung des EEG sind beide Verfahren gegenüber einer Ausbringung nicht aufbereiteter Gärreste erst bei erforderlichen Ferntransporten wirtschaftlich. Da der KWK-Bonus eigentlich nur für Wärmeeinsatz gezahlt werden darf, den man sonst auch mit fossilen Energieträgern abdecken würde, kann es hier leicht zu Grenzfällen kommen, in denen der Bonus versagt bleibt.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:                  _____  <input checked="" type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)  <input checked="" type="checkbox"/> 0 ..... 1 ..... 2 ..... 3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum: _____</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input type="checkbox"/> unempfindlich  <input type="checkbox"/> normal  <input checked="" type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>



Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung																																																																																						
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>  <i>Thermische Aufkonzentrierung</i>                      Mit Hilfe von Schneckenpressen oder Dekanterzentrifugen wird zunächst der Feststoff mechanisch vom Gärrest abgeschieden. Die Phosphoranteile verbleiben in hohem Maße in dem Feststoffanteil. Weil in der anschließenden Eindampfung ein hoher Anspruch an die Abscheidung von Partikeln &gt; 0,2 mm besteht, ist eventuell eine nachgeschaltete Feinstoffabscheidung notwendig. Danach wird die gewonnene Feingülle mit konzentrierter Schwefelsäure auf einen pH-Wert von 4,4 bis 4,8 angesäuert. Dadurch wird das im Gärrest enthaltene Kohlendioxid ausgetrieben und das enthaltene Ammoniak in nichtflüchtiges Ammonium überführt. Aufgrund der Pufferkapazität des Gärrestes muss die pH-Einstellung eventuell zweistufig erfolgen. Zudem ist die Zugabe eines Entschäumers notwendig, um eine Schaumbildung beim Ausgasen zu vermeiden. Die angesäuerte und entgaste Feingülle gelangt anschließend in einen mehrstufigen Vakuumverdampfer mit integrierter Wärmerückgewinnung. Bei ca. 65°C beginnt die Feingülle zu sieden und es entweicht Wasserdampf, der anschließend kondensiert. Das Kondensat erreicht dabei Brauchwasserqualität und kann beispielsweise zur Anmischung des Gärsubstrats verwendet werden. Zurück bleibt ein stickstoffreicher aufkonzentrierter Gärrest, das Konzentrat.</p> <p><i>Ammoniakstrippung</i>                      Wie bei dem zuvor beschriebenen Verfahren wird zunächst der Feststoff mechanisch mit Hilfe von Schneckenpressen oder Dekanterzentrifugen abgeschieden. Der so entstandene feststoffentlastete Gärrest (auch Feingülle genannt) gelangt nun in eine Verdampferkolonne, in der bei ca. 100°C Ammoniak aus dem Gärrest ausgetrieben wird. Die benötigte Wärme muss direkt mit Abgas aus dem Biogas-BHKW abgedeckt werden. Das Ammoniak bildet mit dem gleichzeitig ausgetriebenen Kohlendioxid und Wasser eine konzentrierte Ammoniumhydrogencarbonat-Lösung. Zurück bleibt ein feststoff-, stickstoff- und phosphorentlastetes Trübwasser, das aber fast noch den gesamten Kaliumanteil enthält.</p>						<p><b>Temperaturbereich</b></p> <input type="checkbox"/> < 60 °C <input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C <input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C <input type="checkbox"/> > 120 °C																																																																																
						<p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b></p> <p>Abgas</p>					<p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b></p> <input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V) <input type="checkbox"/> Wasserversorgung <input checked="" type="checkbox"/> Abwasser <input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf) <input type="checkbox"/> Sonstiges:																																																																											
<p><i>Eigenschaften von Aufbereitungsprodukten aus einer thermischen Aufkonzentrierung, Quelle: Heidler 2005 und Hassan/Weiland</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Gärrest</th> <th colspan="2">Feingülle (Zwischenprodukt)</th> <th colspan="2">Feststoff</th> <th colspan="2">Kondensat</th> <th colspan="2">Gärrestkonzentrat</th> </tr> <tr> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>m</b></td> <td>100 kg</td> <td></td> <td>93 kg</td> <td></td> <td>7 kg</td> <td></td> <td>56 kg</td> <td></td> <td>37 kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>TS</b></td> <td>4,7 kg</td> <td>4,7 %</td> <td>2,9 kg</td> <td>3,1 %</td> <td>1,8 kg</td> <td>26 %</td> <td>0</td> <td>0,05 %</td> <td>2,9 kg</td> <td>7,8 %</td> </tr> <tr> <td><b>N</b></td> <td>330 g</td> <td>3,3 g/kg</td> <td>290 g</td> <td>3,1 g/kg</td> <td>40 g</td> <td>5,7 g/kg</td> <td>0</td> <td>0,015 g/kg</td> <td>290 g</td> <td>7,8 g/kg</td> </tr> <tr> <td><b>P</b></td> <td>50 g</td> <td>0,5 g/kg</td> <td>28 g</td> <td>0,3 g/kg</td> <td>22 g</td> <td>3,1 g/kg</td> <td>0</td> <td>0,003 g/kg</td> <td>28 g</td> <td>0,8 g/kg</td> </tr> <tr> <td><b>K</b></td> <td>280 g</td> <td>2,8 g/kg</td> <td>262 g</td> <td>2,8 g/kg</td> <td>18 g</td> <td>2,6 g/kg</td> <td>0</td> <td>-</td> <td>262 g</td> <td>7,1 g/kg</td> </tr> </tbody> </table>												Gärrest		Feingülle (Zwischenprodukt)		Feststoff		Kondensat		Gärrestkonzentrat		Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	<b>m</b>	100 kg		93 kg		7 kg		56 kg		37 kg		<b>TS</b>	4,7 kg	4,7 %	2,9 kg	3,1 %	1,8 kg	26 %	0	0,05 %	2,9 kg	7,8 %	<b>N</b>	330 g	3,3 g/kg	290 g	3,1 g/kg	40 g	5,7 g/kg	0	0,015 g/kg	290 g	7,8 g/kg	<b>P</b>	50 g	0,5 g/kg	28 g	0,3 g/kg	22 g	3,1 g/kg	0	0,003 g/kg	28 g	0,8 g/kg	<b>K</b>	280 g	2,8 g/kg	262 g	2,8 g/kg	18 g	2,6 g/kg	0	-	262 g	7,1 g/kg
	Gärrest		Feingülle (Zwischenprodukt)		Feststoff		Kondensat		Gärrestkonzentrat																																																																													
	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration																																																																												
<b>m</b>	100 kg		93 kg		7 kg		56 kg		37 kg																																																																													
<b>TS</b>	4,7 kg	4,7 %	2,9 kg	3,1 %	1,8 kg	26 %	0	0,05 %	2,9 kg	7,8 %																																																																												
<b>N</b>	330 g	3,3 g/kg	290 g	3,1 g/kg	40 g	5,7 g/kg	0	0,015 g/kg	290 g	7,8 g/kg																																																																												
<b>P</b>	50 g	0,5 g/kg	28 g	0,3 g/kg	22 g	3,1 g/kg	0	0,003 g/kg	28 g	0,8 g/kg																																																																												
<b>K</b>	280 g	2,8 g/kg	262 g	2,8 g/kg	18 g	2,6 g/kg	0	-	262 g	7,1 g/kg																																																																												
<p><i>Eigenschaften von Aufbereitungsprodukten aus einer Ammoniakstrippanlage, Quelle: Hüttner u. Weiland 1997</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Gärrest</th> <th colspan="2">Feingülle (Zwischenprodukt)</th> <th colspan="2">Feststoff</th> <th colspan="2">Ammoniumhydrogencarbonat-Lsg</th> <th colspan="2">Trübwasser</th> </tr> <tr> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> <th>Masse</th> <th>Konzentration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>m</b></td> <td>100 kg</td> <td></td> <td>90 kg</td> <td></td> <td>10 kg</td> <td></td> <td>8 kg</td> <td></td> <td>82 kg</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>TS</b></td> <td>5 kg</td> <td>5 %</td> <td>2,5 kg</td> <td>2,8 %</td> <td>2,5 kg</td> <td>25 %</td> <td>-</td> <td></td> <td>2,5 kg</td> <td>3,0 %</td> </tr> <tr> <td><b>N</b></td> <td>500 g</td> <td>5 g/kg</td> <td>400 g</td> <td>4,5 g/kg</td> <td>100 g</td> <td>10 g/kg</td> <td>200 g</td> <td>25 g/kg</td> <td>200 g</td> <td>2,4 g/kg</td> </tr> <tr> <td><b>P</b></td> <td>100 g</td> <td>1 g/kg</td> <td>50 g</td> <td>0,6 g/kg</td> <td>50 g</td> <td>5 g/kg</td> <td>-</td> <td></td> <td>50 g</td> <td>0,6 g/kg</td> </tr> <tr> <td><b>K</b></td> <td>250 g</td> <td>2,5 g/kg</td> <td>225 g</td> <td>2,5 g/kg</td> <td>25 g</td> <td>2,5 g/kg</td> <td>-</td> <td></td> <td>225 g</td> <td>2,7 g/kg</td> </tr> </tbody> </table>												Gärrest		Feingülle (Zwischenprodukt)		Feststoff		Ammoniumhydrogencarbonat-Lsg		Trübwasser		Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	<b>m</b>	100 kg		90 kg		10 kg		8 kg		82 kg		<b>TS</b>	5 kg	5 %	2,5 kg	2,8 %	2,5 kg	25 %	-		2,5 kg	3,0 %	<b>N</b>	500 g	5 g/kg	400 g	4,5 g/kg	100 g	10 g/kg	200 g	25 g/kg	200 g	2,4 g/kg	<b>P</b>	100 g	1 g/kg	50 g	0,6 g/kg	50 g	5 g/kg	-		50 g	0,6 g/kg	<b>K</b>	250 g	2,5 g/kg	225 g	2,5 g/kg	25 g	2,5 g/kg	-		225 g	2,7 g/kg
	Gärrest		Feingülle (Zwischenprodukt)		Feststoff		Ammoniumhydrogencarbonat-Lsg		Trübwasser																																																																													
	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration	Masse	Konzentration																																																																												
<b>m</b>	100 kg		90 kg		10 kg		8 kg		82 kg																																																																													
<b>TS</b>	5 kg	5 %	2,5 kg	2,8 %	2,5 kg	25 %	-		2,5 kg	3,0 %																																																																												
<b>N</b>	500 g	5 g/kg	400 g	4,5 g/kg	100 g	10 g/kg	200 g	25 g/kg	200 g	2,4 g/kg																																																																												
<b>P</b>	100 g	1 g/kg	50 g	0,6 g/kg	50 g	5 g/kg	-		50 g	0,6 g/kg																																																																												
<b>K</b>	250 g	2,5 g/kg	225 g	2,5 g/kg	25 g	2,5 g/kg	-		225 g	2,7 g/kg																																																																												

<p><b>Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung</b></p>	
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b> Erfolgt mit dem Trüb- bzw. Kondensatwasser keine Aufmischung des Gärguts, so ist ein Anschluss an eine kommunale Kläranlage notwendig. Die alternativ mögliche Einleitung in ein Gewässer wäre meist mit einer abwassertechnischen Vollaufbereitung verbunden. Zur Verregnung als weitere Alternative sollte in unmittelbarer Nähe genügend Grünland vorhanden sein. Eventuell erforderliche Ferntransporte der nährstoffreichen Anteile sollten von Lohnunternehmern durchgeführt werden. Alternativ kann auch der Aufbau von Vermarktungsstrukturen für Trockendünger außerhalb der Landwirtschaft (z. B. Gartenbauunternehmen, Landhandel, Baumärkte) interessant sein. Die dann erforderliche Infrastruktur kann sich im Einzelfall sehr unterscheiden.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Trecker  <input type="checkbox"/> Radlader  <input type="checkbox"/> Stapler  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige: Sattelzug (Fremdfirma)</p>
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b> Der Platzbedarf setzt sich aus einer Halle für die technischen Einrichtungen, der Lagerfläche für den Feststoff, Behältern für das Konzentrat und Rangierfläche für den Trecker bzw. Sattelzug zusammen. Er wird von der aufbereiteten Gärrestmenge abhängen. Eine Zwischenlagerung des Feststoffes kann außerdem auch direkt am Feldrand erfolgen, wobei dann ebenso wie bei einer Lagerung bei der Anlage Vorkehrungen gegen eine Abschwemmung von Sickerwasser zu treffen sind. Gemeinsame Rangierflächen bzw. Durchfahrwege mit dem Biogasanlagenbetrieb würden den Platzbedarf verringern.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b>  <input type="checkbox"/> minimal  <input type="checkbox"/> Grundfläche: m<sup>2</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> Rangierfläche  <input checked="" type="checkbox"/> Halle: m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Lagerflächen</b>  <input type="checkbox"/> Rohstofflager  <input type="checkbox"/> Warenlager  <input type="checkbox"/> Kühllager  <input checked="" type="checkbox"/> Reststofflager  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Tanks</p> <p><b>Betreuungsaufwand</b>  <input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung  <input type="checkbox"/> regelmäßig  <input checked="" type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter  <input type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>
<p><b>Arbeitsablauf</b> Es ist davon auszugehen, dass der Betreiber der Biogasanlage sich auch selbst um die thermische Gärrestaufbereitung kümmert. Die Abfuhr und das anschließende Aufbringen der Reststoffe auf Ackerflächen erfolgt oft mit Hilfe von Lohnunternehmern. Bei einer Vermarktung der verkaufsfähigen Reststoffe würde i. d. R. auch der Betreiber der Biogasanlage die kaufmännische Abwicklung übernehmen. Die mit der Vermarktung verbundene Logistik wird besser von Fuhrunternehmen ausgeführt.</p>	
<p><b>Synergieeffekte zwischen Biogasanlage und Landwirtschaft</b> Die Aufbereitung würde eine optimierte Nutzung der in den Gärresten enthaltenen Nährstoffe ermöglichen.</p>	



Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung	Finanzielle Details																		
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b></p> <p>Zurzeit bestehen kaum Möglichkeiten, Gärreste gewinnbringend zu verkaufen. Durch eine thermische Behandlung der Gärreste mit der Abwärme der Biogasanlage ist es zumindest möglich, die Ausbringungskosten zu reduzieren, indem die noch auszubringende Menge reduziert und der KWK-Bonus bei der Stromvergütung hinzukommen würde. Allerdings ist anzumerken, dass die Inanspruchnahme des KWK-Zuschlages gerade bei dieser Wärmenutzungsoption nicht unumstritten ist, weil leicht angezweifelt wird ob es auch zu einer derartigen Aufbereitung der Gärreste kommen würde, falls hierfür fossile Brennstoffe eingesetzt werden müssten. Für eine gewinnbringende Vermarktung der Dungstoffe müssten die Mineraldüngerpreise ein erheblich höheres Niveau aufweisen.</p> <p>Unter den Annahmen, dass ein Transport mit Sattelzugmaschinen erfolgt, die Ausbringungskosten für unbehandelte Gärreste durchschnittlich 3,70 €/m<sup>3</sup>, die Ausbringungskosten, nachdem eine Ammoniakstrippung durchgeführt wurde, durchschnittlich 4,23 €/m<sup>3</sup> und die Ausbringungskosten nach einer thermischen Aufkonzentrierung durchschnittlich 2,97 €/m<sup>3</sup> betragen, wurde eine Modellrechnung durchgeführt. Sie hat ergeben, dass zurzeit die Ausbringung der aufkonzentrierten Gärreste vor Ort um 0,73 €/m<sup>3</sup>, bei überregionalem Transport mit Entfernungen ab 45 km sogar um ca. 1,55 €/m<sup>3</sup> günstiger als die Ausbringung und Transport von nicht aufbereitetem Gärrest ist (siehe folgendes Diagramm). Das Verfahren der Ammoniakstrippung wird unter ähnlichen Annahmen erst ab einer Transportentfernung von 45 km kostengünstiger als die Verwertung unbehandelter Gärreste (siehe folgendes Diagramm). Die thermische Aufkonzentrierung bietet als eine günstigere Wirtschaftlichkeit als die Ammoniakstrippung.</p>	<p><b>Erlössituation</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> akzeptabel  <input type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstitendenz</b></p> <p><input type="checkbox"/> fallend  <input checked="" type="checkbox"/> unverändert  <input type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>																		
<div style="text-align: center;"> <p><b>Ausbringungskosten von Gärresten in Abhängigkeit von Transportentfernung und Behandlung</b></p> </div> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">eingeflossene Annahmen:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ausbringungskosten unbehandelte Gärreste</td> <td>3,70 €/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Ausbringungskosten nach Ammoniakstrippung</td> <td>4,23 €/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Ausbringungskosten nach therm. Aufkonzentrierung</td> <td>2,97 €/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Durchschnittsgeschwindigkeit</td> <td>50 km/h</td> </tr> <tr> <td>Personalkosten</td> <td>20 €/h</td> </tr> <tr> <td>Dieselpreis (ohne MwSt.)</td> <td>0,90 €/l</td> </tr> <tr> <td>Maschinenkosten Sattelzugmaschine</td> <td>32,99 €/h</td> </tr> <tr> <td>Maschinenkosten Anhänger</td> <td>0,40 €/t</td> </tr> </tbody> </table>		eingeflossene Annahmen:		Ausbringungskosten unbehandelte Gärreste	3,70 €/m <sup>3</sup>	Ausbringungskosten nach Ammoniakstrippung	4,23 €/m <sup>3</sup>	Ausbringungskosten nach therm. Aufkonzentrierung	2,97 €/m <sup>3</sup>	Durchschnittsgeschwindigkeit	50 km/h	Personalkosten	20 €/h	Dieselpreis (ohne MwSt.)	0,90 €/l	Maschinenkosten Sattelzugmaschine	32,99 €/h	Maschinenkosten Anhänger	0,40 €/t
eingeflossene Annahmen:																			
Ausbringungskosten unbehandelte Gärreste	3,70 €/m <sup>3</sup>																		
Ausbringungskosten nach Ammoniakstrippung	4,23 €/m <sup>3</sup>																		
Ausbringungskosten nach therm. Aufkonzentrierung	2,97 €/m <sup>3</sup>																		
Durchschnittsgeschwindigkeit	50 km/h																		
Personalkosten	20 €/h																		
Dieselpreis (ohne MwSt.)	0,90 €/l																		
Maschinenkosten Sattelzugmaschine	32,99 €/h																		
Maschinenkosten Anhänger	0,40 €/t																		



<p><b>Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung</b></p>	
<p><b>Risiken</b>                  Beide Techniken befinden sich noch im Pilotanlagenstadium. Deshalb liegen die Risiken in erster Linie auf der technischen Seite. Bei der Ammoniakstrippung traten technische Probleme bisher insbesondere im Bereich der Kolonne auf. Die dort sich bildenden Ablagerungen verschlechterten die Leistung der Kolonne erheblich und mussten teilweise wöchentlich manuell entfernt werden. Vermutlich sind die Ablagerungen auf den Hydrogencarbonatgehalt im Gärrest und den sich daraus bildenden Carbonaten zurück zu führen. Dieses Problem ist verfahrensimmanent, falls kein zusätzlicher Verfahrensschritt zur vorherigen Kohlendioxidaustreibung eingebaut wird.</p> <p>Auch die Eindampfung ist technisch anspruchsvoll und stellt hohe Anforderungen an die Betriebsführung. Bei der Verregnung des Konzentrats kann es aufgrund des niedrigeren pH-Gehalts zu einer Versauerung des Bodens kommen.</p> <p>Der Zugang zum KWK-Bonus müsste sich im Vorfeld abklären lassen. Jedoch ist nicht auszuschließen, dass sich hierzu über kurz oder lang eine Rechtsprechung entwickelt, die einen restriktiveren Zugang vorsieht. Es ist zu hoffen, dass eine Novellierung des EEG für den Einzelfall mehr Klarheit bietet.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Technik  <input type="checkbox"/> Markt  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b>                  Besteht ein regionaler Nährstoffüberschuss, bei dem die Gärreste überregional exportiert werden müssen, dann würde bereits ein Biogas-BHKW von 500 kW<sub>el</sub> eine kostendeckende Ammoniakstrippung ermöglichen. Bei Anlagengrößen über 1 MW<sub>el</sub> ist es sinnvoll, eine thermische Aufkonzentrierung durchzuführen. Unter der Voraussetzung, dass ein KWK-Bonus gezahlt wird, ist eine Kostendeckung bei dieser Technik auch schon möglich, falls kein regionaler Nährstoffüberschuss vorliegt.                  Die Verarbeitungskapazitäten der Aufbereitungsanlagen sind von der Kapazität der Biogasanlage abhängig.</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €  <input type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €  <input checked="" type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €  <input checked="" type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung</b></p>	
<p><b>Erforderliche Randbedingungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoher Energiegehalt des Substrats (bei geringer Gasträchtigkeit kommt keine hinreichende Wärmeerzeugungsbasis zustande)</li> <li>- Prozesswärmerückführung</li> <li>- Bei der Ammoniakstrippung: regionaler Nährstoffüberschuss Transportdistanzen &gt; 50 km</li> </ul>	
<p><b>Hemmnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlagen sind noch im Entwicklungsstadium</li> <li>- Es fehlen passende Absatzmärkte für die Endprodukte</li> </ul>	
<p><b>Herstelleradressen (nicht vollständig)</b></p> <p>BioEnergie Konditionierungssysteme GmbH                  Burkhard Heidler                  Mühlenberg 2                  29439 Lüchow                  Tel.: +49 (0) 5841-2964                  Fax: +49 (0) 5841-709556                  info@aquasystems-tech.de                  www.aquasystems-tech.de</p> <p><b>Anlagenbauer</b></p> <p>./.</p>	
<p><b>Projektbeispiele</b></p> <p>BioWend GmbH &amp; Co. KG                  Albrecht-Thaer-Str. 6                  29439 Lüchow</p>	

<p><b>Anwendungsgebiet: Thermische Gärrestaufbereitung</b></p>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>P. W. Atkins und J. A. Beran: Chemie: einfach alles, 2. Auflage, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 1998</p> <p>Qualitätsanforderungen an Gärreste, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.  <a href="http://www.bgkev.de/leistungen/gaerprodukte/qanforder_gaer.htm">http://www.bgkev.de/leistungen/gaerprodukte/qanforder_gaer.htm</a> (04.10.2006)</p> <p>Darstellung der BioWend Biogasanlage mit Gärrestaufbereitung, BioWend GmbH &amp; Co. KG  <a href="http://www.ris-naro.net/pdf_files/Biogas2004_Heidler.pdf">www.ris-naro.net/pdf_files/Biogas2004_Heidler.pdf</a> (06.10.2006)</p> <p>Fachverband Biogas e.V. (Hrsg.): Biogas – 10. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Fachverband Biogas e.V., Freising, 2001</p> <p>E. Hassan und P. Weiland: Wissenschaftliche Bewertung einer Pilotanlage zur Herstellung von hochkonzentrierten Biodüngern aus anaerobem Gärsubstrat: Abschlussbericht, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, 2006</p> <p>B. Heidler in: VDI Wissensforum IWB (Hrsg.): VDI-Berichte 1872 – Biogas – Energieträger der Zukunft, VDI Verlag, Düsseldorf, 2005</p> <p>B. Heidler, BioWend GmbH &amp; Co. KG: Aufkonzentration des Gärrückstandes unter Nutzung überschüssiger Wärmeenergie, Vortrag im Rahmen VDI-Wissensforums „Biogas Energieträger der Zukunft“ 12.-13.04.2005, Osnabrück</p> <p>B. Heidler, BioWend GmbH &amp; Co. KG, Lüchow, (Persönliche Mitteilung 13.10.2006)</p> <p>A. Hüttner und P. Weiland: Technologische Bewertung von Demonstrationsanlagen zur umweltverträglichen Gülleaufbereitung und -verwertung – Abschlussbericht, Institut für Technologie, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Braunschweig-Völkenrode, 1997  <a href="http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/237817683.pdf">http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/237817683.pdf</a></p> <p>Institut für Energetik und Umwelt (IfEU): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse – 2. Zwischenbericht, Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig, 2006  <a href="http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/zwischenbericht_eeg_monitoring2.pdf">http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/zwischenbericht_eeg_monitoring2.pdf</a></p> <p>C. Jäger: Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung, wirtschaftliche Bewertung der Demonstrationsvorhaben – Endbericht, Institut für Betriebswirtschaft, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Braunschweig-Völkenrode, 1997  <a href="http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/237788322.pdf">http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e001/237788322.pdf</a></p> <p>D. Jaeger: Skript zur Vorlesung: Water Quality Management of Sur-face Waters, Turku University of Applied Sciences, Turku, Finnland, 2005</p> <p>Persönliche Mitteilung Dr. A. Kirsch, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., Köln (10.10.2006)</p> <p>Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (Hrsg.): Datensammlung Heil- und Gewürzpflanzen, 1. Auflage, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Darmstadt, 2002</p> <p>Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 13. Auflage, KTBL, Darmstadt, 2005</p> <p>Korrigierte Fassung der Tabelle in [KTBL 2005], S.275, KTBL, Darmstadt, 2005</p>	



(Fortsetz. Quellenverzeichnis)

Maschinenkosten-Rechner des KTBL, Online-Version

[http://www.ktbl.de/CF/makost/makost.cfm?makost=m\\_num+between+10000+and+11999](http://www.ktbl.de/CF/makost/makost.cfm?makost=m_num+between+10000+and+11999) (23.01.2007)

G. Langhans in: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): VDI-Berichte 1751 - Biogas – Energieträger der Zukunft , VDI Verlag, Düsseldorf, 2003

top agrar (Hrsg.): Biogas – Strom aus Gülle und Biomasse, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup, 2002

top agrar (Hrsg.): Wie aus Biogasgülle Wasser und Nährstoffe werden, top agrar 11/2005, S.128 ff, 2005

Verband der Chemischen Industrie: Chemiewirtschaft in Zahlen 2006, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, 2006

[http://www.vci.de/template\\_downloads/tmp\\_0/CHIZ\\_2006~DokNr~81447~p~101.pdf](http://www.vci.de/template_downloads/tmp_0/CHIZ_2006~DokNr~81447~p~101.pdf) (12.10.2006)



<p><b>Anwendungsgebiet: Wäschereibetrieb</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 500 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b></p> <p>In nahezu jedem Industrie- und Gewerbebetrieb ist die Reinigung von Arbeitskleidung notwendig. Hierfür wird meistens vom Arbeitgeber ein ansässiger Wäschereibetrieb beauftragt. Neben der Reinigung von Arbeitskleidung kommen als Hauptkundschaft für Wäschereibetriebe derzeit Hotels, Restaurants, Kantinen, aber auch Krankenhäuser und Pflege- oder sonstige Heime in Frage.</p> <p>Je nach Beschmutzungsgrad der Kleidung und Anforderung seitens des Auftraggebers werden unterschiedlich aufwändige Reinigungsprogramme angewendet, die sich in der Waschart, -dauer und -temperatur unterscheiden können.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b></p> <p><input type="checkbox"/> Ja, Qualifikation: _____</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)</p> <p><input type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b> (0: unerheblich – 3: schwierig)</p> <p>0.....1.....2.....3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p> <p>Saisonzeitraum: _____</p> <p><b>Prozessstabilität</b></p> <p><input type="checkbox"/> unempfindlich</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> normal</p> <p><input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b></p> <p>Die Herstellung von Warmwasser stellt in Wäschereibetrieben (neben der elektrischen Leistung) einen Großteil des Energiebedarfes dar. Der erforderliche Temperaturbereich kann durch den Kühlwasserkreislauf des BHKW erbracht werden.</p> <p>Pro kg Wäsche beträgt der Gesamtenergiebedarf etwa 2,0 – 5,5 kWh, wobei ein Abwasseranfall von 10 – 40 L/kg Wäsche entsteht. Der Trocknungs- und Finishingprozess hat einen Anteil am Energieverbrauch von 1,1 – 2,3 kWh/kg Wäsche.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b></p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 60 °C</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C (Waschen)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C (Trocknen)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> &gt; 120 °C (Mangeln)</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b> Dampf</p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Wasserversorgung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Abwasser</p> <p><input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Dampfleitung</p>
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b></p> <p>Für den Arbeitsablauf selbst sind ab einer bestimmten Größe der Wäscherei bestimmte Hilfsgeräte notwendig, um den Prozess handhabbar zu gestalten. Dazu zählen z. B. Be- und Entladebänder oder Wäschewagen zum Transportieren von nasser und trockener Wäsche zu und von den Maschinen.</p> <p>Um die Wäsche zum Kunden zu bringen oder gar einen Abholservice anzubieten, ist die Anschaffung eines Transporters bzw. das Beauftragen einer Spedition erforderlich.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ja</p> <p><input type="checkbox"/> nein</p> <p>evtl. Transporter, auch extern möglich</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b></p> <p><input type="checkbox"/> Trecker</p> <p><input type="checkbox"/> Radlader</p> <p><input type="checkbox"/> Stapler</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sonstige: Belade- und Entladebänder, Wäschewagen</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Wäschereibetrieb</b></p>	
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b></p> <p>Für die Einrichtung einer Wäscherei ist eine feste Halle bzw. ein Gebäude notwendig. Der Platzbedarf richtet sich nach dem Aufkommen an Wäsche bzw. der Maschinengröße. Ausschlaggebend für den reibungslosen Ablauf des Prozesses ist eine einstöckige Bauweise. Damit kann eine sogenannte Waschstraße aufgebaut werden.</p> <p>Als Richtwert für den Platzbedarf gelten 0,8 – 1,2 m<sup>2</sup>/(kg/h) nur für die reine Produktion.</p> <p>Eine Lagerhaltung ist bei entsprechender Logistik nicht notwendig.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <p><input type="checkbox"/> minimal</p> <p><input type="checkbox"/> Grundfläche: m<sup>2</sup></p> <p><input type="checkbox"/> Rangierfläche: keine Angaben</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Halle: m<sup>2</sup></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Halle bzw. festes Gebäude, einstöckig</p> <hr/> <p><b>Lagerflächen</b></p> <p><input type="checkbox"/> Rohstofflager</p> <p><input type="checkbox"/> Warenlager</p> <p><input type="checkbox"/> Kühllager</p> <p><input type="checkbox"/> Reststofflager</p> <p><input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
<p><b>Arbeitsablauf</b></p> <p>Je nach Maschinenart erfolgt die Bedienung der Maschinen von Hand oder durch eine SPS-Steuerung (üblich bei Taktwaschanlagen).</p> <p>Ein üblicher Prozess besteht aus der eigentlichen Wäsche (Vorwäsche, Hauptwäsche, 3 Spülschritten) und dem Finishingprozess, welcher aus den Schritten Trocknen, Mangeln, Pressen oder Finishing bestehen kann. Die Behandlung richtet sich nach der Art der Textilien bzw. den Anforderung seitens des Auftraggebers.</p> <p>Anschließend wird die Wäsche gefaltet, sortiert, verpackt und im Idealfall zum Auftraggeber transportiert.</p>	<p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <p><input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> regelmäßig</p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>
<p><b>Synergieeffekte zwischen Wärmenutzung und Landwirtschaft</b></p> <p>Vorhandene Brunnen können bei entsprechender Wasserqualität (Reststoffe, Wasserhärte) genutzt werden.</p> <p><b>Sonstige Synergieeffekte:</b></p> <p>Neben der normalen Textilwäsche kann auch eine chemische Reinigung und ein Finishingservice angeboten werden. Vielversprechend erscheint die Einrichtung eines Reinigungs- und Lieferservices für Hotels und Restaurants. In dieser Branche verspricht vor allem das Wäscheleasing Expansionschancen. Dabei gehören die Textilien der Wäscherei und werden an den Kunden verliehen. Es handelt sich meist um Schmutzfangmatten, Hotel-, Krankenhaus-, und Berufswäsche.</p> <p>Sollte in der näheren Umgebung ein wolleverarbeitender Betrieb ansässig sein, könnte ggf. die Wollwäsche vorgenommen werden. Hierfür wären zusätzliche Maschinen zu beschaffen.</p> <p>Wenn die örtliche Lage der Anlage es erlaubt (einfache Anfahrt, Nähe zu größeren Siedlungen), könnte auch die Anbindung eines SB-Waschsalons interessant sein. Ansonsten bietet sich die „Dienstleistung aus einer Hand“ auch für den privaten Sektor an.</p> <p>D. h. ein Wäschereinigungsservice inklusive Abholung und Anlieferung. Diese Dienstleistung erscheint besonders interessant für Single- und Seniorenhaushalte.</p>	



Anwendungsgebiet: Wäschereibetrieb	Finanzielle Details
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b>                      Die Umsätze für Wäschereien waren in den letzten Jahren stabil bzw. sind leicht gestiegen. Die Erträge in der Branche sind einzig für die chemischen Reinigungen rückläufig.                      Aufgrund ständig steigender Energiekosten ist der Betrieb einer Wäscherei mit Biogas ein großer Wettbewerbsfaktor gegenüber herkömmlichen Wäschereien.</p> <p><b>Vertriebswege:</b>                      Regionale Vertriebswege sind einzuplanen, da der Erfolg stark von der Qualität der Dienstleistung abhängt. Der Kunde erwartet von der Wäschereibranche einen Abhol- und Anlieferservice.</p> <p>Auch überregionale Vertriebswege sind wahrscheinlich, da eine mit Biogas betriebene Wäscherei auf Grund attraktiver Preise auch außerhalb des Regionalbereiches Kundenschaft gewinnen kann.</p>	<p><b>Erlössituation</b>  <input type="checkbox"/> akzeptabel  <input checked="" type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstendenz</b>  <input type="checkbox"/> fallend  <input checked="" type="checkbox"/> unverändert  <input type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b>  <input type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>
<p><b>Risiken</b></p> <p>Keine besonderen Risiken abschätzbar.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b>  <input type="checkbox"/> Technik  <input type="checkbox"/> Markt  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b></p> <p><b>Der Invest für eine Wäscherei richtet sich stark nach Anlagengröße:</b>                      So belaufen sich die Kosten für die Anschaffung von Waschmaschinen wie folgt:</p> <p>Waschmaschine für 10 kg/h: ca. 6.000 €                      Waschmaschine für 100 kg/h: ca. 55.000 €                      Waschmaschine für 175 kg/h: ca. 68.000 €                      Taktwaschanlage für 600 kg/h: ca. 350.000 €</p> <p>Für die Einrichtung einer kompletten Wäscherei mit einer Waschleistung von 350 kg/h werden inklusive Montage, Anschlussleitungen und Elektrik ca. 900.000 € veranschlagt. Wäschereien dieser Größe arbeiten gewöhnlich im Mehrschichtbetrieb.</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b></p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €  <input type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €  <input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €  <input checked="" type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Wäschereibetrieb</b></p>	
<p><b>Erforderliche Randbedingungen</b></p> <p>./.</p>	
<p><b>Hemmnisse</b></p> <p>Ein Hemmnis bei der Ansiedlung eines Wäschereibetriebes an eine Biogasanlage könnte die Akzeptanz des Kunden darstellen, der vielleicht einen Gegensatz zwischen reiner, wohlriechender Wäsche und Biogas sehen könnte.</p> <p>Dieser Befangenheit könnte aber mit Aufklärung entgegengewirkt werden. Nicht zuletzt hängt es von der Qualität der Leistung ab, die eine biogasanlagenbetriebene Wäscherei liefert. Außerdem kann dem Kunden durch die gute Energiebilanz eine kostengünstigere Dienstleistung angeboten werden, was sicher ebenfalls einige Hemmnisse überwinden kann.</p> <p>Gewichtiger könnte die Einhaltung der hygienischen Bestimmungen für z. B. Krankenhauswäsche sein.</p>	
<p><b>Adressen Hersteller/Anlagenbauer (nicht vollständig):</b></p> <p><b>EFFMA Vertriebsgesellschaft mbH Deutschland</b>  <b>Wäschereitechnik</b>                  Westerfeld 1, 28844 Weyhe                  Tel.: 0421-4919336                  Mobil: 0173-6175550                  Fax: 0421-4919338                  eMail: EffmaBremen@aol.com                  www: www.effma.de</p> <p><b>OTT Wäschereitechnik</b>                  Eichenkehre 5, 25355 Heede                  Tel.: 04123-683230                  Fax: 04123-683240                  eMail: info@ott-waeschereitechnik.de                  www: www.ott-waeschereitechnik.de</p>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>DTV Bonn, Zahlen und Daten, Der DTV-Branchenbericht, DTV-Jahrbuch 2005/2006</p> <p>Effma Vertriebsgesellschaft mbH Deutschland, Wäschereitechnik, Weyhe, 2007</p> <p>Energieagentur NRW, Infopool zu Wäscherei, www.ea-nrw.de, 2007</p> <p>Volksbanken Raiffeisenbanken, VR info, Branchen spezial, Bericht Nr. 46, September 2006</p>	

<p><b>Anwendungsgebiet: Frucht- und Gemüsesaftherstellung</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 350 - 500 kW<sub>el</sub></b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b>                  Die Frucht- und Gemüsesaftherstellung wird z. Zt. in Deutschland von 430 Unternehmen betrieben. Die Betriebsgrößen unterscheiden sich dabei zum Teil deutlich. Große Saftproduzenten beziehen die zu verarbeitenden Früchte weltweit und erreichen dadurch eine ganzjährige Auslastung. Kleinere Betriebe (z.B. Lohnkeltereien) produzieren in Kampagnen, die sicher über 2 – 4 Monate erstrecken. Dieser Zeitraum kann jedoch durch die Verarbeitung unterschiedlicher Früchte und durch Einlagerung verlängert werden. Die Verarbeitung unterschiedlicher Früchte zieht jedoch einen apparativen Mehraufwand nach sich.</p> <p>Bei vielen Prozessschritten der Saftherstellung wird Wärme benötigt, z.B. in der Reinigung der Früchte und der Anlagen, der Entsaftung, der Herstellung von Konzentraten sowie der Pasteurisation. Je nach zu verarbeitender Frucht und gewünschtem Produkt werden unterschiedliche Verarbeitungstechniken und Anlagentechniken notwendig. Aus diesem Grund sind bei der Vorplanung die gesamten Bezugsquellen mit einzuplanen. Bei der Herstellung von Frucht- und Gemüsesäften sind unterschiedliche Fachkenntnisse notwendig, deswegen wird hier empfohlen, mindestens einen ausgebildeten Fruchtsafttechniker zu beschäftigen.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja, Qualifikation:  <u>Fruchtsafttechniker</u>  <input type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung)  <input type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b>                  (0: unerheblich – 3: schwierig)                  0.....<input checked="" type="checkbox"/>.....2.....3</p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b>  <input type="checkbox"/> ja  <input checked="" type="checkbox"/> nein                  Saisonzeitraum: Juli - November                  (durch Fruchtfolge und Einlagerung theoretisch bis zu 9 Monate verlängerbar)</p> <p><b>Prozessstabilität</b>  <input type="checkbox"/> unempfindlich  <input type="checkbox"/> normal  <input checked="" type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b>                  Die genauen Prozessschritte bei einer Saftproduktion sind umfangreich und der einschlägigen Literatur zu entnehmen. Der Wärmebedarf bei einer Saftproduktion wird meist über ein Dampfsystem gedeckt. Über das Dampfsystem kann an den entsprechenden Bedarfspunkten die notwendige Wärme entnommen werden. Das Dampfsystem setzt sich aus der Wasserversorgung, dem Verdampfer (meist mehrstufig), dem Verdichter und dem Verteilernetz zusammen. Der Verdampfer kann mit der Abgaswärme aus dem BHKW betrieben werden. Hierfür wäre ein Rauchrohrkesselsystem einsetzbar. Bei dem Rauchrohrkessel durchströmt das heiße Abgas in Rohren den mit Wasser gefüllten Kesselraum und erhitzt so das Wasser. Bei kleinen Kesselsystemen und starken Lastschwankungen (&gt; 10 % der Kesselleistung) sind Ausgleichsbehälter notwendig. Bei dem Dampfnetz ist auf eine ausreichende Isolierung der Leitungen und auf Kondensatableitung zu achten.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b>  <input type="checkbox"/> &lt; 60 °C  <input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C  <input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C  <input checked="" type="checkbox"/> &gt; 120 °C</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b>  <u>Dampf</u></p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V)  <input checked="" type="checkbox"/> Wasserversorgung  <input type="checkbox"/> Abwasser  <input type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf)  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Wasserdampfsystem</p>
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b>                  Der gewonnene und aufbereitete Saft wird in einer nachgeschalteten Abfüllanlage abgefüllt. Der Saft wird in Flaschen oder andere Behältnisse gefüllt. Der anschließende innerbetriebliche Transport und Lagerung wird mit Staplern durchgeführt. Die Auslieferung der Ware wird in der Regel eigenverantwortlich durchgeführt. Die Getränkeauslieferung wird häufig mit der Abholung von neuem Flaschengut verknüpft. Die Anlieferung von neuem Flaschengut vor Ort ist auch möglich.</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b>  <input checked="" type="checkbox"/> ja  <input type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b>  <input type="checkbox"/> Trecker  <input type="checkbox"/> Radlader  <input checked="" type="checkbox"/> Stapler  <input type="checkbox"/> Sonstige:</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Frucht- und Gemüsesaftherstellung</b></p>																													
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b>                  Der Platzbedarf für die Lagerung der Früchte kann stark schwanken. Die Stapelfähigkeit hängt von der Frucht ab. Soll die Produktion durch größere Lager verlängert werden, ist meist ein Kühllager notwendig. Ist dies gewünscht, wird die Lagerfläche durch die Produktionskapazität bestimmt.                  Für den Anlieferbereich und die Lagerung sind mindestens 150 m<sup>2</sup> Grundfläche vorzuhalten. Aus logistischen Gründen ist der Abholbereich meist vom Anlieferbereich getrennt, ist aber nicht zwingend erforderlich.                  Die Dampferzeugung benötigt in Abhängigkeit von der Anlagenleistung mindestens eine Grundfläche von 20 m<sup>2</sup>, das dazugehörige Verteilsystem kann oberirdisch mit anderen Nutzflächen verknüpft werden.                  Der minimale Platzbedarf für die Saftproduktion beträgt 70 m<sup>2</sup>, die anschließende Abfüllung benötigt mind. weitere 20 m<sup>2</sup>. Benötigte geschlossene Rangier- und Ladeflächen für das abgefüllte Produkt müssen etwa 50 m<sup>2</sup> betragen.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> minimal</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Grundfläche:</td> <td>310 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Rangierfläche</td> <td>100 + 50 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Halle:</td> <td>160 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Sonstiges:</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Lagerflächen</b></p> <table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Rohstofflager</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Warenlager</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Kühllager (optional)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Reststofflager</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Sonstiges:</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> regelmäßig</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</td> <td></td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> minimal		<input checked="" type="checkbox"/> Grundfläche:	310 m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Rangierfläche	100 + 50 m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Halle:	160 m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> Sonstiges:		<input checked="" type="checkbox"/> Rohstofflager		<input checked="" type="checkbox"/> Warenlager		<input checked="" type="checkbox"/> Kühllager (optional)		<input checked="" type="checkbox"/> Reststofflager		<input type="checkbox"/> Sonstiges:		<input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung		<input type="checkbox"/> regelmäßig		<input type="checkbox"/> < 0,5 Mitarbeiter		<input checked="" type="checkbox"/> > 0,5 Mitarbeiter	
<input type="checkbox"/> minimal																													
<input checked="" type="checkbox"/> Grundfläche:	310 m <sup>2</sup>																												
<input checked="" type="checkbox"/> Rangierfläche	100 + 50 m <sup>2</sup>																												
<input checked="" type="checkbox"/> Halle:	160 m <sup>2</sup>																												
<input type="checkbox"/> Sonstiges:																													
<input checked="" type="checkbox"/> Rohstofflager																													
<input checked="" type="checkbox"/> Warenlager																													
<input checked="" type="checkbox"/> Kühllager (optional)																													
<input checked="" type="checkbox"/> Reststofflager																													
<input type="checkbox"/> Sonstiges:																													
<input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung																													
<input type="checkbox"/> regelmäßig																													
<input type="checkbox"/> < 0,5 Mitarbeiter																													
<input checked="" type="checkbox"/> > 0,5 Mitarbeiter																													
<p><b>Arbeitsablauf</b>                  Die Fruchtsaftproduktion lässt sich in folgende Schritte einteilen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anlieferung / Lagerung</li> <li>- Waschen und sortieren der Früchte</li> <li>- Entsteinung / Entkernung / Entstielung</li> <li>- Entsaftung (mechanisch, thermisch und enzymatisch)</li> <li>- Geschmacksveredelung (thermisch)</li> <li>- Klärung / Filtration</li> <li>- ggf. Herstellung von Konzentrat (thermisch)</li> <li>- Pasteurisation (thermisch)</li> <li>- Abfüllung und Lagerung</li> <li>- Desinfektion (thermisch und chemisch) der Produktionsanlagen</li> </ul> <p>Die Verfahrensschritte können in Abhängigkeit von der Frucht und dem gewünschtem Produkt stark variieren. Eine Beschreibung der einzelnen Schritte wäre an dieser Stelle zu umfangreich. Weitere Informationen sind der unten einschlägigen Literatur zu entnehmen.</p>																													
<p><b>Synergieeffekte zwischen Biogasanlage und Landwirtschaft</b>                  Die bei einer Saftproduktion entstehenden Abwässer und Feststoffe (Trester) sind rein organisch daher im Biogasbereich bzw. landwirtschaftlichen Bereich leicht verwertbar.                  Es sei an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen, dass die Verwertungsoption der Substrate für die Biogasanlage nicht für NawaRo-Anlagen geeignet ist, da sonst der NawaRo-Bonus (4 – 6 Cent/kW<sub>el</sub>) wegfallen würde. Für Biogasanlagen, die als Entsorgungsanlagen gemäß der Bundes-Immissionschutzverordnung (BImSchV) gemeldet sind, wäre diese Nutzungsoption zu prüfen.</p>																													



Anwendungsgebiet: Frucht- und Gemüsesaftherstellung	Finanzielle Details
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b>                      Der deutsche Pro-Kopf-Verbrauch von Saft ist seit Anfang der 90er Jahre der höchste weltweit: durchschnittlich 40 Liter Saft werden hierzulande getrunken. Große Saftproduzenten üben durch Ihre Massenproduktionen einen starken Konkurrenzdruck auf die übrigen Marktteilnehmer aus. Kleinere Saftproduzenten vertreiben Ihre Produkte häufig nur regional, was den qualitätsbewussten Konsumenten aber durchaus entgegen kommt. Immer mehr Kunden sind bereit, für hochwertige Produkte einen angemessenen Preis zu zahlen.                      Der Energiekostenanteil, der bei der Produktion für die Erzeugung von Wärme benötigt wird, liegt bei größeren Herstellern bei 8 – 15 %.</p>	<p><b>Erlössituation</b>  <input checked="" type="checkbox"/> akzeptabel  <input type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlösendenz</b>  <input type="checkbox"/> fallend  <input type="checkbox"/> unverändert  <input checked="" type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b>  <input type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>
<p><b>Risiken</b>                      Nachdem die Absatzchancen realistisch geprüft und kalkuliert sind, sollten die Bezugsquellen der Früchte ausgewählt werden. Hierfür sollten entsprechende Verträge mit den Erzeugern geschlossen werden. Ziel sollte ein Saft sein, der einen typischen und gleichbleibenden Geschmack aufweist.                      Wegen möglichen Ernteaussfällen sollten auch alternative Erzeuger vertraglich gebunden werden, was sich jedoch schwierig gestalten kann, da auch Plantagenbetreiber Planungssicherheiten anstreben. Auch hier sollte auf eine ähnliche Qualität angeachtet werden.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b>  <input type="checkbox"/> Technik  <input type="checkbox"/> Markt  <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges: Ernteaussfälle, Beschaffung</p>
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b>                      Auf dem Markt werden die unterschiedlichsten Anlagengrößen angeboten, sowohl im neuen als auch im gebrauchten Zustand. Anlagen mit mittleren bis kleinen Verarbeitungskapazitäten sind auch in der Kompaktausführung erhältlich.                      Die Auslegung der Dampferzeugung und –versorgung ist ein komplexes Thema und sollte von einem fachkundigen Ingenieurbüro durchgeführt werden.</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b>  <input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €  <input type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €  <input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €  <input checked="" type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</p>



<b>Anwendungsgebiet: Frucht- und Gemüsesaftherstellung</b>	
<b>Erforderliche Randbedingungen</b>  ./.	
<b>Hemmnisse</b>  ./.	
<b>Anlagenbauer (nicht vollständig)</b>  <b>Saftherstellung:</b>  Tetra Pak Processing GmbH Senefelder Ring 27 21465 Reinbek Tel.: +49(0)40 600 91-110 Fax: +49(0)40 600 91-802 <a href="http://www.tetrapak-processing.de">www.tetrapak-processing.de</a>  AMOS Engineering GmbH Postfach 11 64 74001 Heilbronn Tel. +49(0)7131/5002-0 Fax +49(0)7131/5002-19 <a href="http://www.amos.de">www.amos.de</a>  Esau & Hueber Kapellenweg 10 86529 Schrobenhausen Tel. +49(0)8252/8985-0 Fax +49(0)8252/7060 <a href="http://www.esau-hueber.de">www.esau-hueber.de</a>  Centrimax Winkelhorst Trenntechnik GmbH Kelvinstr. 8 50996 Köln Tel.: +49(0)2236-393530 Fax: +49(0)2236-393559 <a href="http://www.gebrauchte-getraenkeseparatoren.de">www.gebrauchte-getraenkeseparatoren.de</a>	



<b>Anwendungsgebiet: Frucht- und Gemüsesaftherstellung</b>	
<b>Mischung und Abfüllung:</b>  KHS Maschinen- und Anlagenbau Aktiengesellschaft Juchostr. 20 44143 Dortmund Tel.: +49 (0) 231/569-0 Fax: +49 (0) 231/569-1541 Ansprechpartner: Herr Hinninger (-2738) www.khs.com  TLG-Neff GmbH Friedrich-Ebert-Straße 15 56276 Oppenheim Tel.: +49 (0) 6133-23 31 Fax: +49 (0) 6133-926346 www.tlg-neff.de	
<b>Quellenverzeichnis</b>  Ulrich Schobinger (Hrsg.) 2001: „Frucht- und Gemüsesäfte“, 3. überarbeitete Auflage, Eugen Ulmer GmbH & Co. KG  Erno Kardos (Hrsg.) 1996: „Obst- und Gemüsesäfte“, 4. überarbeitete Auflage, VEB Fachbuchverlag Leipzig	



<p><b>Anwendungsgebiet: Milchkonditionierung</b></p>	<p><b>Leistungsklasse: 500 kW<sub>el</sub> (bei Zusammenschluss mehrerer Milchviehbetriebe)</b></p>
<p><b>Allgemeine Beschreibung des Konzeptes</b></p> <p>Derzeit wird eine Verwertung von Wärme aus Biogasanlagen in landwirtschaftlichen, milchverarbeitenden Betrieben noch nicht durchgeführt. Dennoch bieten sich für eine Wärmenutzung aufgrund der zur Verfügung stehenden Temperaturbereiche (70°C bis 140°C) Verfahren zur Milchkühlung (Absorptionskältemaschinen) sowie Haltbarmachung / Veredelung der Milch (Pasteurisieren und Trocknung an) an. Eine komplette Ausgliederung dieser Teilprozesse aus den Molkereien in landwirtschaftliche Betriebe erscheint schwierig, da besonders in großen Milchveredelungsbetrieben (kleine und mittelständische gibt es kaum noch) starre, ineinander greifende, technische Strukturen vorherrschen, deren Entkoppelung als problematisch erachtet wird. Besonders interessant könnte die Milchkonditionierung aber nach Angaben des Verbandes für handwerkliche Milchverarbeitung für Hofmolkereien (ca 5 bis 10 Bauernhöfe zusammengeschlossen) sein.</p>	<p><b>Zusätzliche Qualifikation Betreiber</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja, Qualifikation: Lehrgang <input type="checkbox"/> nein (bzw. Kurzeinweisung) <input type="checkbox"/> Externer Betreiber</p> <p><b>Verbraucherakzeptanz auf Verknüpfung mit dem Gärprozess</b> (0: unerheblich – 3: schwierig)</p> <p>0.....1.....2.....<b>3</b></p> <p><b>Ganzjährige Nutzbarkeit</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Saisonzeitraum:</p> <p><b>Prozessstabilität</b></p> <p><input type="checkbox"/> unempfindlich <input checked="" type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> wartungsaufwändig</p>
<p><b>Technische Beschreibung des Prozesses</b></p> <p>Heutzutage werden für die Pasteurisierung der Frischmilch zur Haltbarmachung vorwiegend die Kurzzeiterhitzung und die Hoherhitzung angewendet, daneben besteht aber auch das zulässige Verfahren der Dauererhitzung.</p> <p>Folgende Betriebskenngrößen (Produkttemperaturniveaus und Heißehaltezeiten) müssen eingehalten werden: Kurzzeiterhitzung: bei 72°C bis 75°C / 15 sec bis 3 0 sec Dauererhitzung: bei 62°C bis 65°C / 30 min Hoherhitzung: 85°C / 4 sec bis 10 sec</p> <p>Anmerkung: Für das Sterilisieren mit dem Ultra-hohe-Temperatur-Verfahren kommt eine Wärmenutzung aus Biogasanlagen aufgrund des notwendigen hohen Produkttemperaturniveaus (bis zu 150°C) nicht in Frage.</p> <p>Eine andere Konservierungsart der Milch ist die Trocknung, wobei sich in diesem Zusammenhang die Walzentrocknung anbietet. Es wird mit Walzendurchmessern von 500 bis 1500 mm und Walzenlängen von 1000 bis 3000 mm sowie Produktfilmdicken von 0,1 bis 0,5mm bei Drehzahlen von 5 bis 30 Umdrehungen pro Minute gearbeitet. Die Milch wird mit einer Temperatur von 60-100°C zur Verdampfung des Wassers beaufschlagt.</p>	<p><b>Temperaturbereich</b></p> <p><input type="checkbox"/> &lt; 60 °C <input checked="" type="checkbox"/> 60 - 95 °C <input checked="" type="checkbox"/> 95 - 120 °C <input type="checkbox"/> &gt; 120 °C</p> <p><b>Wärmeübertragendes Medium:</b></p> <p>Wasser, Kältemittel, Dampf</p> <p><b>Erforderliche Leitungsanschlüsse</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Elektrizität (400 V) <input checked="" type="checkbox"/> Wasserversorgung <input checked="" type="checkbox"/> Abwasser <input checked="" type="checkbox"/> Brauchwasser (z.B. Wärmekreislauf) <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
<p><b>Ansprüche an die Infrastruktur</b></p> <p>Zu Lieferungszwecken (Kühlwagen) muss die Hofmolkerei über Verkehrsanbindung verfügen</p>	<p><b>Zusätzlich erforderliche Logistik</b></p> <p><input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein</p> <p><b>erforderliche Arbeitsgeräte</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Trecker <input checked="" type="checkbox"/> Radlader <input checked="" type="checkbox"/> Stapler <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige: Kühltransporter</p>



<p><b>Anwendungsgebiet: Milchconditionierung</b></p>	
<p><b>Erforderlicher Platzbedarf</b></p> <p>Für eine hochgradige Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Wärme des Biogas-BHKW besteht die Notwendigkeit, einen Warmwasserspeicher als Puffer auf dem Betriebsgelände unterzubringen, um die Differenz zwischen der installierten Wärmeleistung des BHKW und dem momentanen Wärmebedarf der Molkerei zu überbrücken. Ein weiterer Aspekt, welcher maßgeblich für den Platzbedarf bestimmend ist, besteht in der Kühlung: Je nach Logistik und Produkt / Produktionsrate müssen Kühlräume bzw. Kühlbehälter (mit einem üblichen Fassungsvermögen von 250 bis 10.000 Litern) im Rahmen einer Qualitätssicherung vorhanden sein.</p>	<p><b>Zusätzlicher Platzbedarf</b></p> <p><input type="checkbox"/> minimal  <input type="checkbox"/> Grundfläche:  <input checked="" type="checkbox"/> Rangierfläche  <input checked="" type="checkbox"/> Halle / Gebäude: 500 - 1000 m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Lagerflächen</b></p> <p><input type="checkbox"/> Rohstofflager  <input checked="" type="checkbox"/> Warenlager  <input checked="" type="checkbox"/> Kühllager  <input type="checkbox"/> Reststofflager  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p> <p><b>Betreuungsaufwand</b></p> <p><input type="checkbox"/> kaum / Fernbetreuung  <input checked="" type="checkbox"/> regelmäßig  <input type="checkbox"/> &lt; 0,5 Mitarbeiter  <input checked="" type="checkbox"/> &gt; 0,5 Mitarbeiter</p>
<p><b>Arbeitsablauf</b></p> <p><b>Pasteurisieren:</b>  Die gekühlte Milch wird über die temperierten Stahlplatten im Plattenwärmetauscher im Gegenstrom von etwa 4°C auf die entsprechende Erhitzungstemperatur gebracht, über die vorgeschriebene Zeit heißgehalten und wieder auf 4°C gekühlt. Für das Aufheizen werden die Platten dabei mit Heißwasser oder Dampf, für die Abkühlung mit Kalt- oder Eiswasser bzw. anderen Kühlmedien in Abhängigkeit von der gewünschten Produktaustrittstemperatur betrieben. Für alle Kühlprozesse können im milchverarbeitenden Betrieb Absorptionskältemaschinen (bis -25°C), die ebenfalls Abwärme aus dem Biogas-BHKW nutzen, eingesetzt werden.</p> <p><b>Trocknung:</b>  Die Metallwalzen werden von innen mit kondensiertem Dampf beheizt, wobei das Produkt durch den Kontakt mit der heißen Zylinderoberfläche durch Verdampfung des Wasseranteils trocknet. Die zu trocknende Milch wird als dünne Schicht auf die heiße Walze aufgegeben und nach einer Umdrehung durch ein Messer als Film oder Schuppen bzw. Pulver im trockenen Zustand abgeschabt.</p> <p><b>Kühlung:</b> Die (Roh-)Milch wird in Kühlbehälter gegeben, welche mit einem Rührwerk ausgestattet sein müssen, damit die Milch innerhalb kürzester Zeit unter eine Temperatur von 5°C gebracht werden kann.</p>	
<p><b>Synergieeffekte zwischen Biogasanlage und Landwirtschaft</b></p> <p>Die anfallende Gülle der einbezogenen Milchviehbestände kann in der Biogasanlage mit vergoren werden. Dabei ist zu beachten, dass bei einer Güllennutzung aus mehreren Beständen erhöhte Hygieneanforderungen bestehen.</p>	



Anwendungsgebiet: Milchkonditionierung	Finanzielle Details
<p><b>Erlössituation / Marktlage</b>                      Deutschland befindet sich auf dem Weg in ein „Zwei-Strukturen-System“ der Produktion und Vermarktung von Milch: Auf der einen Seite stehen Großmolkereien mit großräumigen Vermarktungsstrategien, auf der anderen Seite entsteht ein System von regionalen Hof- bzw. Kleinmolkereien, die jeweils nur einen begrenzten Markt bedienen. Besondere Vermarktungschancen bestehen für Klein-/Hofmolkereien in Bereichen der Biomilchprodukte sowie Spezialitäten. Die absehbare Erlöstendenz ist ungewiss.</p>	<p><b>Erlössituation</b>  <input checked="" type="checkbox"/> akzeptabel  <input type="checkbox"/> gut  <input type="checkbox"/> sehr gut</p> <p><b>Absehbare Erlöstendenz</b>  <input type="checkbox"/> fallend  <input type="checkbox"/> unverändert  <input type="checkbox"/> steigend</p> <p><b>Vertriebswege / Absatzwege</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Nahbereich (&lt; 20 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Regional (20 - 50 km)  <input checked="" type="checkbox"/> Überregional (50 – 120 km)  <input type="checkbox"/> Fern / Ausland</p>
<p><b>Risiken</b></p> <p>Als problematisch wird die Ausrichtung kleinerer Hofmolkereien auf die Erzeugung der Molkerei-Grundpalette angesehen. In einigen Fällen hofft man, aufgrund des Regionalitätsarguments höhere Preise am Markt realisieren zu können. Die Erfahrungen zeigen aber, dass Konsumenten zwar bei gleichem Preisniveau Regionalität bevorzugen, jedoch kaum bereit sind, einen Preisaufschlag zu zahlen. Dementsprechend sollten sich Hofmolkereien anstelle der Grundpalette also besser auf ein Spezialsortiment (z.B. Käse, Dessert, o.ä. ) ausrichten.</p>	<p><b>Risikofaktoren</b>  <input type="checkbox"/> Technik  <input checked="" type="checkbox"/> Markt  <input type="checkbox"/> Sonstiges:</p>
<p><b>Anlagengrößen / Verarbeitungskapazitäten / Investitionssumme</b></p> <p>Kleine Pasteurisiermaschinen mit einem Milchdurchsatz von 250 bis 500 Litern pro Stunde und einem Leistungsbereich von 24 bis 70 kW sind auf dem Markt standardmäßig für etwa 10.000 bis 50.000 € je nach Ausstattung zu erwerben. Die Investitionen für eine gesamte Prozesslinie werden für das Pasteurisieren auf etwa 100.000 € geschätzt.</p> <p>Für eine Trocknungsanlage mit einem Durchsatz von etwa 250 kg pro Stunde ist mit Investitionen um 150.000 bis 200.000 € zu rechnen.</p>	<p><b>Voraussichtlicher Invest</b>  <input type="checkbox"/> &lt; 50.000 €  <input checked="" type="checkbox"/> 50.000 - 200.000 €  <input type="checkbox"/> 200.000 - 500.000 €  <input type="checkbox"/> &gt; 500.000 €</p>

<b>Anwendungsgebiet: Milchkonditionierung</b>	
<b>Erforderliche Randbedingungen</b>  Eine Nachfrage bei Veterinärämtern und Verbänden für handwerkliche Milchverarbeitung sowie Berufsgenossenschaften hat ergeben, dass folgende Voraussetzungen für eine Milchveredelung in landwirtschaftlichen Betrieben / Hofmolkereien bestehen: Alle verwendeten Maschinen zur Pasteurisierung und Trocknung bedürfen einer offiziellen Zulassung und unterliegen der regelmäßigen Kontrolle durch den TÜV. Eine weitere Pflicht besteht grundsätzlich in der ständigen Kontrolle der Milch(-produkte) durch ein Lebensmittellabor. Zudem muß der durchführende Landwirt die Teilnahme eines Lehrganges mit anschließender Sachkundeprüfung zur Milchverarbeitung vorweisen. Die Raumausstattung muss der Hygieneverordnung gemäß EU-Zulassung entsprechen.	
<b>Hemmnisse</b>  ./.	
<b>Herstelleradressen</b>  Krones AG 93068 Neutraubling  INDAG GmbH & Co. Betriebs KG 69214 Eppelheim  JAUST GmbH 45739 Oer-Erkensdwick  <b>Anlagenbauer (nicht vollständig)</b>  Franz Müller GmbH Anlagen und Gerätebau 87772 Pfaffenhausen  Helmes Apparatebau GmbH 48231 Warendorf	
<b>Projektbeispiele</b>  Bisher ist keine Klein- bzw. Hofmolkerei im Rahmen eines landwirtschaftlichen Betriebes bekannt, welche eine Wärmenutzung aus Biogasanlagen betreibt.	



<b>Anwendungsgebiet: Milchconditionierung</b>	
<p><b>Quellenverzeichnis</b></p> <p>Im Zuge des Projektes wurden verschiedene Institute, Ämter und Verbände kontaktiert, welche bei Bedarf nähere Auskünfte zu den Rahmenbedingungen bezüglich einer Wärmenutzung aus Biogasanlagen in Klein-/Hofmolkereien geben können:</p> <p>Bioland-Beratung: Verband für handwerkliche Milchverarbeitung im ökologischen Landbau Tel.: 08167 9896-21 Mail: info@milchhandwerk.de</p> <p>Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften BLB Ansprechpartner: Herr von Hofe Tel.: 0561 9359-410</p> <p>Konzepte für Energiewirte, Standortregelungen zur Biogasproduktion Ansprechpartner: Delf Wollatz 20251 Hamburg Tel.: 040 53021130 Mail: info@biogasprojekt.de</p> <p>Landesvereinigung der Milchwirtschaft Oldenburg Ansprechpartner: Herr Freimuth Tel.: 0441 973820 Mail: freimuth@milchwirtschaft.de</p> <p>A. Töpel: Chemie und Physik der Milch – Naturstoff-Rohstoff-Lebensmittel; Behr's Verlag; 2004</p>	