

Biogasanlagen - Kann Wärme noch besser genutzt werden?

von Clemens Fuchs, Joachim Kasten und Robert Below, Hochschule Neubrandenburg

1 Einleitung

Für viele Biogasanlagenbetreiber und solche, die es werden wollen, stellt sich die Frage nach der Art der Wärmenutzung. Das EEG 2012 schreibt zur Genehmigung einer neuen Biogasanlage eine Mindestwärmenutzung von 60% vor. Durch den Standort von Biogasanlagen wird deren Wirtschaftlichkeit wesentlich beeinflusst, denn das Produkt Wärme ist nur auf kurzen Strecken transportwürdig. Während es für Strom eine Einspeisungsgarantie gibt, d.h. die Abnahmepflicht durch die Energiekonzerne, muss der Biogasanlagenbetreiber selbst die Wärmeverwertung organisieren. In einer Umfrage im Jahr 2011 wurden bestehende Wärmenutzungskonzepte für Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern erfragt, ihre Potenziale bewertet und ökonomisch beurteilt.

Ziel ist es die verschiedenen Varianten der Nutzung vorzustellen und effiziente Varianten zu identifizieren. Ende des Jahres 2011 wurden verschiedene bestehende Wärmenutzungsvarianten hervorgehend aus der Befragung, sowie geplante Vorhaben von Biogasanlagenbetreibern in der Region Vorpommern unter ökonomischen Aspekten tiefgehender untersucht. Die Ausarbeitungen erfolgten anhand des vorhandenen Standortpotenzials der jeweiligen Anlagen und unter Berücksichtigung von regionalen klimatischen Bedingungen. Es wurden Wetterdaten der letzten fünf Jahre ausgewertet, um den Verlauf der Wärmeinanspruchnahme für geplante Vorhaben simulieren und ökonomisch bewerten zu können. Grundsätzlich sind folgende Nutzungen möglich (Abb. 1).

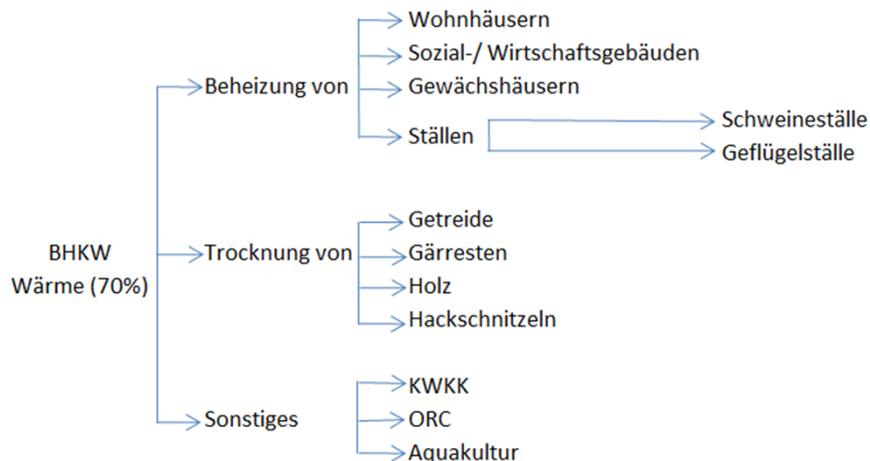


Abbildung 1: Varianten der Wärmenutzung

Um einen Vergleich der unterschiedlichen Wärmenutzungsformen zu ermöglichen, ist es notwendig folgende Annahmen zu treffen, die sowohl wirtschaftliche als auch technische Fakten berücksichtigen:

- Der Eigenwärmebedarf der Biogasanlage beträgt grundsätzlich 30,00% p.a. der zur Verfügung stehenden Abwärme ($1/4$ - (<http://www.biogasportal.info...>)).
- Für die Aufrechterhaltung der Temperatur im Fermenter wurde eine Temperatur von 37,00°C angenommen (nach BAADER et al. 1978).
- Die unterstellten Volllaststunden p.a. betragen 8.409,6 (96,00% von 8.760), sind aber abweichend nach Betreiberangaben berücksichtigt worden.
- Die Verlustsituation des Leitungsnetzes 0,0183 kW/m Leitungsnetz (KTBL-11/2011 unveröffentlicht S. 3).
- Als Wärmebedarf für Gebäude wurden 200 kWh je m² Wohn-/Arbeitsfläche in Ansatz gebracht (LGMV 2011)

- Die Rohrnetzdimensionierung nach tatsächlichen Gegebenheiten und Daten von KTBL (KTBL-11/2011 unveröffentlicht S. 3).
- Die Leitungslänge wurde nach Angaben des jeweiligen Betriebes, sowie unter Berücksichtigung der natürlichen Gegebenheiten angegeben oder ermittelt. Die Planung erfolgte unter Inanspruchnahme des frei verfügbaren Programmes GAIA-MV-Professional (/5/ <https://www.gaia-mv.de...>)
- Die Abschreibungsdauer wurde der geltenden AfA-Tabelle für das Jahr 2011 entnommen und in Ansatz gebracht, sowie den Angaben des KTBL (BMF - AFA Tabelle 2011 und KTBL-11/2011 unveröffentlicht S. 1 - 5).
- Bei der Berechnung der jährlichen Kosten wurden in der Regel 5,00 % als Basis zugrunde gelegt.
- Reparatur und Wartung wurden pauschal mit 2,50 % berücksichtigt.
- Personalkosten wurden mit 40 AKh p.a. zu jeweils 15,00 € Lohnansatz in Anrechnung gebracht. Hier soll vor allem dem Verwaltungsaufwand hinsichtlich der Korrespondenz mit den Abnehmern Rechnung getragen werden (KTBL-Betriebsplanung 2010/2011 S. 737).
- Bei Betrieb einer ORC-Anlage sind für Wartung und Kontrolle 525 Akh veranschlagt und berücksichtigt.
- Der Arbeitspreis wurde den Angaben der Anlagenbetreiber, wenn vorhanden, mit einbezogen.
- Die Vergütungssätze wurde dem aktuellen EEG, gültig ab dem 01. Januar 2012, §27 S. 24 ff. entnommen.
- Planungskosten wurden mit 10,00% der Gesamtinvestitionssumme berücksichtigt.
- Es wurden keine Fördermöglichkeiten berücksichtigt.
- Es wurde nach dem Prinzip der Vorsicht beurteilt und simuliert. (reelle Ansätze unter Betrachtung aller bekannten Risiken)
- Die wirtschaftliche und technische Analyse erfolgte unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehenden Informationen.
- Alle aufgeführten Kostenpositionen sind Nettobeträge.

Durch die Auswertung von Wetterdaten ist es, aufgrund der Bewertung eines Gewächshausanschlusses an das Wärmenetz, nötig die Sonnenstunden und deren Verlauf regionsbezogen zu ermitteln. Abb. 2 verdeutlicht die Verteilung der Sonnenstunden bezogen auf die letzten fünf Kalenderjahre, wobei die gelbe Linie das Durchschnittsjahr dargestellt und die polynomische Trendlinie den geglätteten Verlauf der Sonnenstundenverteilung. Zu erkennen ist eine hohe Volatilität der zur Verfügung stehenden Sonnenstrahlung.

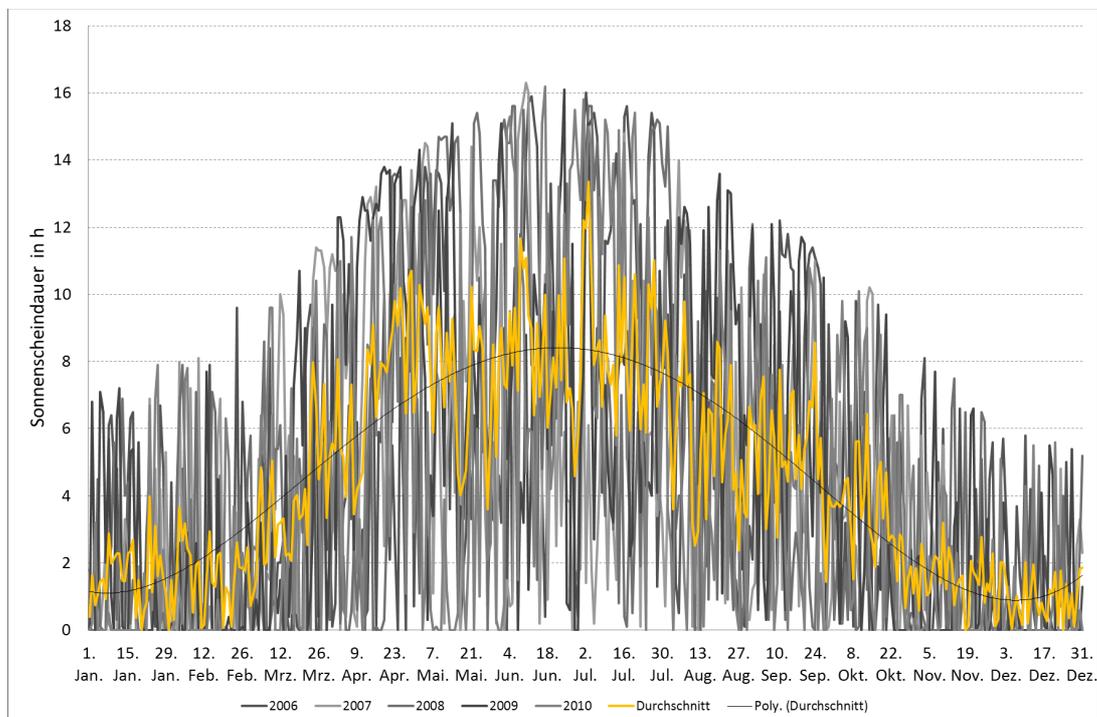


Abbildung 2: Verteilung der Sonnenstunden (Wetterstation Anklam) im Zeitraum 2006 bis 2010

Zunächst werden an dieser Stelle drei von insgesamt fünf Betrieben exemplarisch vorgestellt und Vorhaben, sowie Vorgehen näher beschrieben. Es wurden folgende Betriebe bzw. Wärmenutzungsalternativen analysiert:

Tabelle 1: untersuchte Wärmenutzungsvarianten

| Betrieb A | Betrieb B | Betrieb C | Betrieb D | Betrieb E |
|-------------|-----------|------------------|-----------------------|------------|
| Gewächshaus | Wohnhaus | Gärresttrocknung | Druschfruchttrocknung | ORC-Anlage |

2 Gewächshäuser nehmen im Sommer wenig Wärme ab

Betrieb A plant derzeit den Anschluss eines größeren Wohngebäudes, das sich jedoch nicht in unmittelbarer Nähe zur Anlage befindet. Die von betrieblicher Seite angestrebte Verbesserung umfasst zudem den Anschluss eines in der Nähe zur Wohnbebauung befindlichen Gewächshauskomplexes. Durch die Einbindung des Gewächshauskomplexes möchte der Betrieb eine höhere Auslastung der Wärme erreichen und gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes verbessern (Abb. 3).

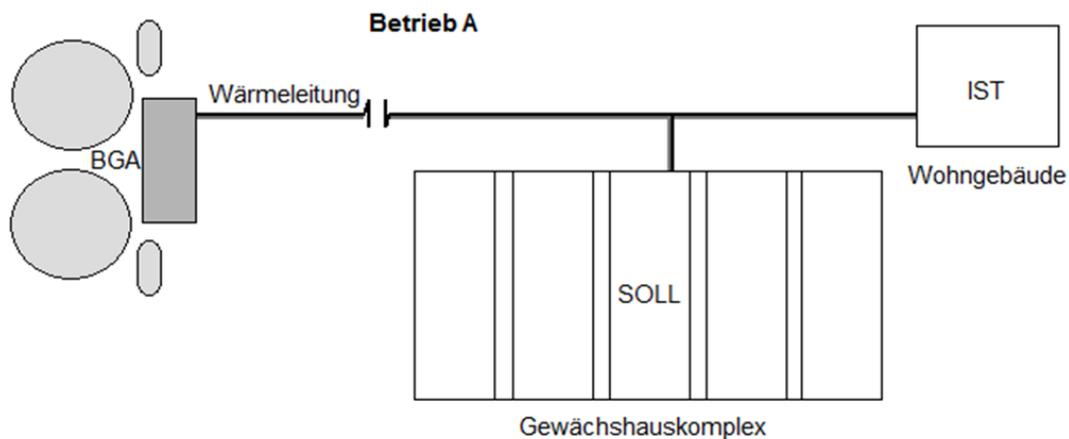


Abbildung 3: Schema der Lage von Biogasanlage und Wärmeabnehmer für Betrieb A

Aus Ab. 4 lässt sich die für externe Zwecke zur Verfügung stehende Wärmemenge entnehmen. Weiterhin ist der Jahresbedarf des Wohnhauskomplexes dargestellt. Hinzu kommt die Darstellung der Auswirkung des Anschlusses des Gewächshauskomplexes. Der Zusatzbedarf ergibt sich aufgrund der teilweise sehr kurzen und dann überproportional hohen Wärmenachfragemenge des Gewächshauskomplexes, wobei diese kurzzeitigen Intervalle auch durch Speichermedien überbrückt werden könnten. Die Speicher könnten in geringeren Bedarfszeiten, zum Beispiel Nachfrage des Wohnhauses in der Nacht, eine Regeneration erfahren. Die in einzelnen Jahren sehr unterschiedlich verlaufende Sonneneinstrahlintensität, führt zu einer stark schwankenden Wärmenachfrage.

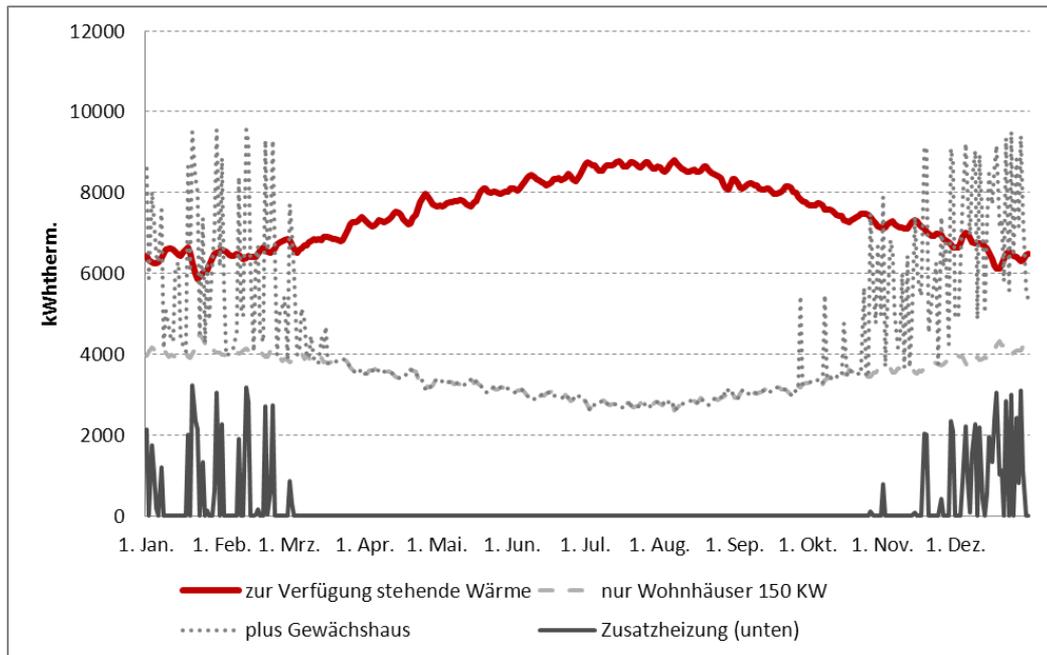


Abbildung 4: Wärmeangebot der Biogasanlage sowie Wärmenutzung bei Heizung von Wohnhaus und geplantem Gewächshaus einschließlich Fehlbedarf für Betrieb A im Jahresablauf

Da das Gewächshaus vorwiegend die Sonnenstrahlung nutzt, besteht nur in den Herbst- und Wintermonaten November, Dezember, Januar und Februar ein zusätzlicher Wärmebedarf und kann so stark schwanken, dass eine Zusatzheizung oder eine Inanspruchnahme von Speichermedien notwendig wird. In der Zeit von Anfang/Mitte März bis Mitte Oktober nimmt das Gewächshaus fast keine Wärme ab, so dass ein erheblicher Wärmeüberschuss verbleibt. Bei der Betrachtung der Gesamtinvestition, nach Realisierung des Anschlusses von Wohnhaus und Gewächshauskomplex, ergibt sich eine Investitionssumme in Höhe von 786.721,56 € bei einer Gesamtleitungslänge von 3842 Metern. Die Gesamtauslastung hat sich von 46,39 % (Wohnhaus) um nur 12,37 % (Gewächshaus) auf 58,76 % (Wohn- und Gewächshaus) der für externe Zwecke zur Verfügung stehenden Wärme durch die Einbindung des Gewächshauskomplexes verändert. Den jährlichen Kosten in Höhe von 52.723,29 € stehen jährliche Erträge von 49.214,87 € gegenüber. Daraus würde sich ein Verlust von insgesamt 3.508,42 € oder 7,56 €/KW_{therm.} (464 KW) ergeben. Um zumindest Kostendeckung erreichen zu können, müsste der kalkulatorische Zinsansatz von derzeit 2,00 % auf 1,55405 % korrigiert, oder die Gesamtabnahmemenge von 1.586.133 kWh_{therm.} (40,56 %) auf 1.712.208 kWh_{therm.} (43,88 %) ansteigen. Eine weitere Möglichkeit ergibt sich aus der Anpassung des Durchschnittsabnahmepreises von derzeit 0,031160 €/kWh_{therm.} auf mindestens 0,033240 €/kWh_{therm.} für die in Ansatz gebrachte abgenommene Wärmemenge. Über die Reduzierung der Investitionskosten von derzeit 4.171,16 €/kWh auf 4.152,56 €/kWh also um insgesamt 18,60 €/kWh ist ebenfalls zumindest Kostendeckung zu erreichen.

3 Getreidetrocknung kann Wärmeüberschuss kurzzeitig nutzen

Der zweite an dieser Stelle vorgestellte Betrieb ist der Betrieb D, der eine Biogasanlage mit 500 KW_{el.} und 520 KW_{therm.} Leistung errichtet und jedoch nicht erst im Jahr 2012 den Betrieb der Biogasanlage aufnehmen kann, sondern aufgrund des günstigen Witterungsverlaufes dieses Vorhaben bereits Ende Dezember 2011 realisieren und so noch die Konditionen des EEG 2009 in Anspruch nehmen konnte. Diese Anlage befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Wirtschaftshof des Agrarbetriebes. Geplant und kalkuliert ist, aufgrund der unmittelbaren Lage der Biogasanlage zu Wohngebäuden, die Implementierung eines Nah-Wärmenetzes zur Beheizung von Wohngebäuden (Abb. 5). Der Betrieb möchte seine im Jahr 2011 errichtete Getreidesilotrocknungsanlage sowie eine ausschließliche Trocknungsanlage mit in das Wärmenetz aufnehmen, um unabhängig der Inanspruchnahme von fossilen Brennstoffen, Einsparungen im Bedarfsfall in diesem Bereich erzielen zu können und die überschüssig im Sommer ungenutzte Wärme der Biogasanlage zu nutzen. Hierzu muss der Betrieb die vorhandene Wärmeleitung entsprechend erweitern. Durch diese Möglichkeit ergebe sich eine sinnvolle Verwendung der in den Sommermonaten überschüssig zur Verfügung stehenden Wärmemenge, die sonst durch Nichtnutzung in die Atmosphäre entlassen werden würde.

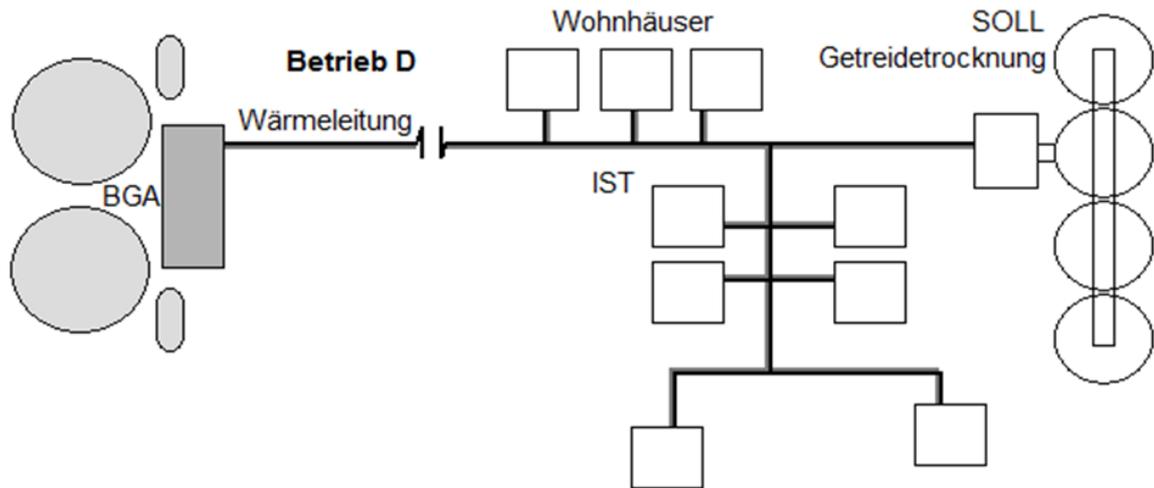


Abbildung 5: Lage der Wärmequelle (Biogasanlage) und der Wärmenutzer in Betrieb D

Bei der Berechnung des sich eventuell ergebenden Bedarfs wurde eine durchschnittliche Betriebsdauer vom 11.07. des Jahres bis einschließlich 27.08. des Jahres angenommen. Bei der Berechnung dieser Variante wurde ein Schubwendetrockner ($500 \text{ kW}_{\text{el.}}$) mit einer installierten Wärmeleistung von 400 kW und einer genutzten Wärmemenge in Höhe von 433.940 kWh p.a. unterstellt (KTBL-Faustzahlen Biogas 2009, Seite 129 – 130). Da sich von Jahr zu Jahr keine Garantie der Inanspruchnahme der Trocknungsmöglichkeit gewähren lässt, ist in diesem Beispiel eine durchschnittliche Ausnutzung im Verlauf dargestellt um eine realistische Aussage treffen und einen Verlauf ermitteln zu können. In der Kalkulation ist nicht berücksichtigt, dass auch eine Nutzung durch externe Dritte, also Nachbarbetriebe einen positiven Einfluss auf die Auslastung haben könnte und sich somit ein ökonomischer Vorteil für den betreibenden Betrieb ergäbe. Die so zusätzlich zu erzielenden Erträge sind als nicht nachhaltig anzusehen und daher nicht berücksichtigt. Grundsätzlich stellt es sich schwierig dar, eine Bewertung des Vorhabens durchzuführen, weil viele von der Zukunft abhängige Faktoren eine Rolle spielen, die sich vor allem aufgrund des nicht vorhersagbaren Witterungsverlaufes ergeben. Die sich aus der Investition ergebende Arbeitsspitze beläuft sich auf $400 \text{ kW}_{\text{therm.}}$, welche aufgrund der vorhandenen Wärmeabnahmelücke in den Sommermonaten, sowie des geringeren Eigenbedarfs der Anlage in Anspruch genommen wird und somit als nicht konfluierend mit der in der IST-Situation dargestellten Beanspruchung der Abnahme durch Beheizung von Wohngebäuden anzusehen ist.

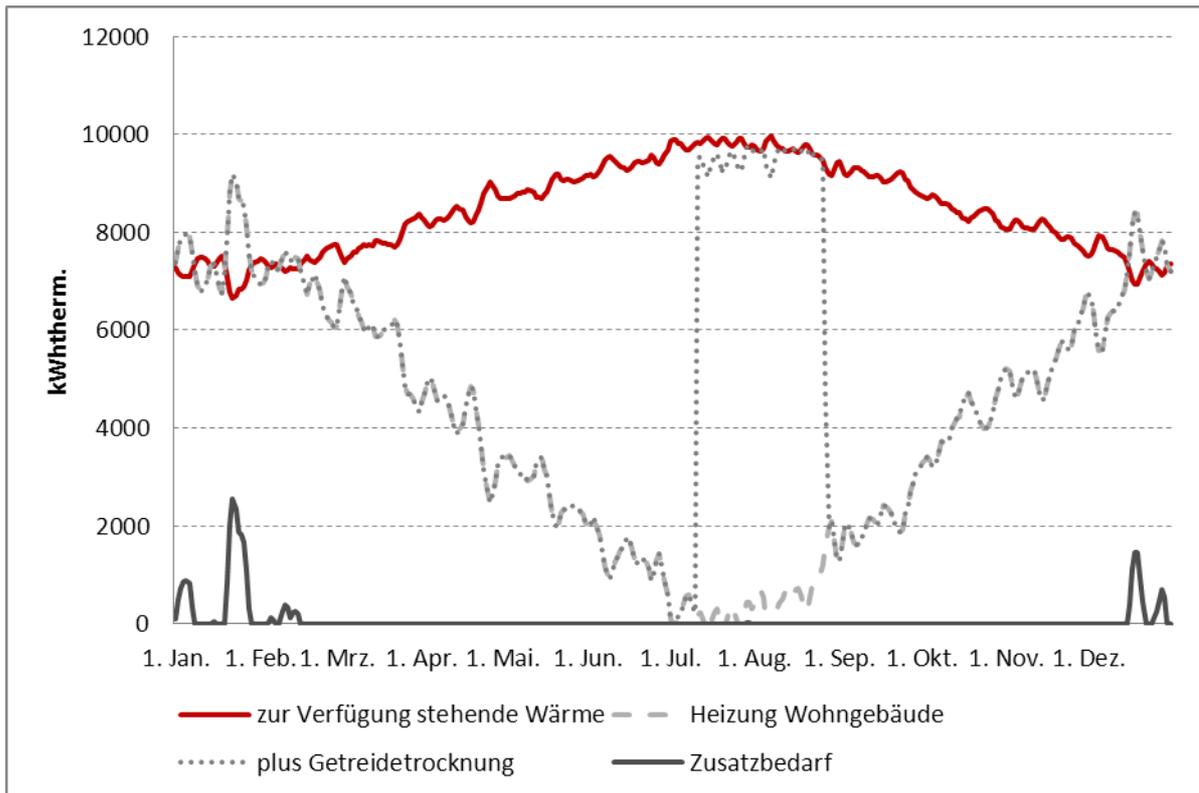


Abbildung 5: Wärmeangebot der Biogasanlage sowie Wärmenutzung bei Heizung von Wohngebäuden und geplantem Anschluss einer Getreidesilotrocknungsanlage, als auch Zusatzbedarf für Betrieb D im Jahresablauf

Bei der Betrachtung des angestrebten Gesamtbetriebes ergibt sich eine Gesamtinvestitionssumme in Höhe von 420.841,19 € bei einer Gesamtleitungslänge von dann 1873 (plus 216 Meter) Metern. Die Gesamtauslastung hat sich von 51,04 % um 12,00 % auf insgesamt 63,05 % der für externe Zwecke zur Verfügung stehenden Wärme verändert. Den jährlichen Kosten durch die Optimierung würden sich auf insgesamt 47.704,07 € belaufen und stehen jährlichen Erträgen von 70.706,91 € gegenüber. Daraus ergibt sich ein Gewinn in Höhe von 23.002,84 € vor Steuern, dies entspricht 44,24 €/KW_{therm.} (bezogen auf 520 KW_{therm.}). Durch den Anschluss der Trocknungsanlage ergibt sich bei der Betrachtung der veränderten Gesamtwirtschaftlichen Situation ein interner Zinssatz von 10,46592 %, der gegenüber dem Ausgangszinssatz in Höhe von 9,93053 % um 0,53539 % gestiegen ist. Jedoch ist bei einer nicht vorhandenen Inanspruchnahme der Trocknung der interne Zinssatz als viel geringer zu beurteilen. Die Gesamtabnahmemenge hat sich von 1.461.026 kWh_{therm.} (51,04 %) auf 1.894.966 kWh_{therm.} (63,05 %) um nur 433.940 kWh_{therm.} (12,00 %) verändert. Der durchschnittliche Arbeitspreis von 0,032332 €/kWh_{therm.} Leistung liegt deutlich über dem Mindestarbeitspreis in Höhe von 0,021813 €/kWh_{therm.}. Auch die Differenz zwischen den IST-Investitionskosten je KW in Höhe von 1.887,09 € und den maximal möglichen Investitionskosten von 1.990,24 € also in Höhe von 103,15 € ist ein Indikator, der Rückschluss auf einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmeleitung zulässt. Diese Differenz ist etwas höher als die Differenz in der dargestellten IST-Situation in der Arbeit und gibt somit einen weiteren Anhaltspunkt hinsichtlich einer wirtschaftlichen Umsetzung der geplanten Maßnahme. Hier betrug die Differenz 101,07 €. Der Pay-Off hat sich von anfangs 20,28 Jahren, also 243 Monaten auf jetzt 18,30 Jahre, also 220 Monaten etwas verbessert. Die einzelbetrieblichen Vorteile und gute Ausnutzung der überschüssigen Wärme vor allem in den Sommermonaten sollten jedoch bei einer positiven Investitionsentscheidung Berücksichtigung und Gewichtung finden.

4 Organic Rankine Cycle (ORC) läuft rund um die Uhr, aber wenig effizient

Der Dritte, hier vorgestellte Betrieb, ist im Vergleich zu den anderen vier, im Rahmen der Bachelorarbeit betrachteten Betrieben, eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 2700 KW und stellt damit die größte untersuchte Anlage dar. Der Betrieb hat seinen in unmittelbarer Nähe zur Biogasanlage befindlichen Wirtschaftskomplex in das Wärmenetz der Biogasanlage eingebunden. In Abbildung 6 ist die gegebene Lage grafisch dargestellt. Derzeit nutzt der Betrieb nur 10,05% der frei zur Verfügung stehenden Wärme zur Beheizung von Sozial- und Wirtschaftsgebäuden im eigenen Interesse.

Dabei wird in der Spitze von 204,02 $\text{KW}_{\text{therm.}}$, von der insgesamt für externe Zwecke zur Verfügung stehenden Wärme von 2.030 $\text{KW}_{\text{therm.}}$ sehr wenig benötigt. Insgesamt produziert die Anlage 2.900 $\text{KW}_{\text{therm.}}$. Der Eigenbedarf der Biogasanlage ist mit 30,00% berücksichtigt. Der Betrieb hatte im Vorfeld keinerlei Ansatz für eine wirtschaftliche Verwendung der noch für externe Zwecke zur Verfügung stehenden Wärme, sodass im Rahmen dieser Ausarbeitung ein Verbesserungsvorschlag seitens des Autors erarbeitet worden ist. Hier wird die IST-Situation nach den Gegebenheiten dargestellt und die Verbesserung aus ökonomischer Sicht analysiert und simuliert. Ziel ist es, die anfallende überschüssige Wärme sinnvoll und Effizient zu verwenden. Durch die Lage der Anlage im Außenbereich und eine weite Entfernung zu Wohngebäuden, die sich gleichzeitig nicht in der Fläche konzentrieren, kam ein zusätzlicher Anschluss nicht in Betracht. Auch ein Gewerbegebiet, oder eine eigene Diversifizierung des Betriebes in Richtung Obstbau und gleichzeitiger Nutzung der Wärme als Kälte durch Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung kam hier nicht in Betracht. Daher wurde schlussendlich die Möglichkeit der Verwendung der überschüssig zur Verfügung stehenden und nicht genutzten Wärme mittels Organic Rankine Cycle (ORC) betrachtet. Dabei wird die Wärme mit einem Wirkungsgrad von 10 - 17 % rückverstromt und mit dem gleichen Vergütungssatz an das Stromnetz abgegeben. Durch dieses Verfahren ist Betrieben mit Lage im Außenbereich die Möglichkeit gegeben nicht anders sinnvoll verwertbare Wärme nutzen zu können, gleichwohl diese Art der Wärmenutzung bezogen auf die Investitionskosten im Vergleich zum erzielbaren Erfolg je $\text{KW}_{\text{therm.}}$ als sehr hoch anzusehen ist.

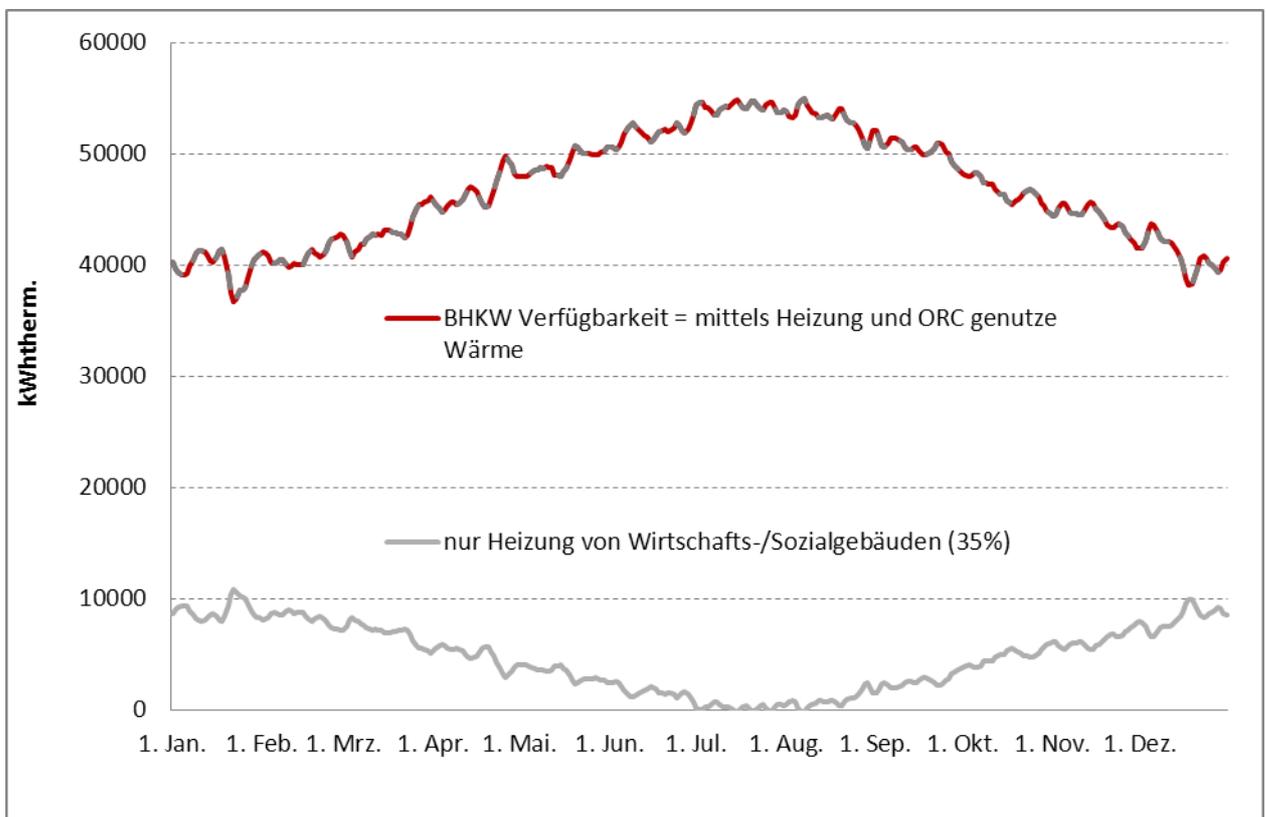


Abbildung 6: Wärmeangebot der Biogasanlage sowie Wärmenutzung bei Heizung von Wirtschafts- und Sozialgebäuden, sowie Darstellung der Ausnutzung durch Betrieb von ORC-Anlagen für Betrieb E im Jahresablauf

Bei der Betrachtung des Betriebes nach Realisierung der vorgeschlagenen Verbesserung ergibt sich eine Gesamtinvestitionssumme in Höhe von 1.035.669,40 € bei einer Gesamtleitungslänge von 430 Metern. Allein die Kosten für ein ORC-Modul belaufen sich auf 250.000,00 €. Die Gesamtauslastung hat sich von 10,86 % um 89,14 % auf insgesamt 100,00 % der für externe Zwecke zur Verfügung stehenden Wärme verändert. Die jährlichen Kosten würden sich auf insgesamt 153.489,48 € belaufen und stehen jährlichen Erträgen von 248.163,18 € gegenüber. Daraus ergibt sich ein Gesamtgewinn in Höhe von 94.673,70 € vor Steuern, dies entspricht 32,65 €/KW_{therm.} (2.030 KW). Bei der Betrachtung der veränderten gesamtwirtschaftlichen Situation würde sich ein interner Zinssatz von 14,12264 % ergeben, der sich gegenüber dem Ausgangszinssatz der IST-Situation (31,19124 %) zwar sehr viel geringer darstellt, jedoch im Zuge der Ausnutzung der Gesamtwärme und der zu erzielenden Erträge als vertretbar anzusehen ist, da auch dieser minimierte Zinssatz eine große Spanne hinsichtlich der Verzinsung zulässt. Die tatsächliche Nutzung der angefallenen Wärme ist von 7,04 % auf 13,33 %

gestiegen, da wie in den Ausführungen zuvor beschrieben, der Wirkungsgrad der Rückverstromung nur bei 10,00 % liegt. Die Gesamtwärme wird jedoch zu 100,00 % im Winter als auch im Sommer genutzt. Der durchschnittliche Arbeitspreis von 0,0763271 €/kWh_{therm.} Leistung liegt um zirka 40,00 % über dem Mindestarbeitspreis in Höhe von 0,047209 €/kWh_{therm.}. Auch die Differenz zwischen den IST-Investitionskosten je KW in Höhe von 510,18 €/KW_{therm.} und den maximal möglichen Investitionskosten von 556,82 €/KW_{therm.} also in Höhe von 46,64 €/KW_{therm.} ist ein Indikator, der Rückschluss auf einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmeverwendung zulässt. Der Pay-Off hat sich von anfangs 3,82 Jahren (46 Monate) auf jetzt 10,94 Jahren (131 Monate) klar verschlechtert, dies ist aber auf die hohen Investitionskosten der ORC-Anlagenmodule zurückzuführen. Die gute Ausnutzung der überschüssigen Wärme sollte jedoch bei einer Investitionsentscheidung Berücksichtigung finden.

5 Fazit

Durch die unterschiedlichen Standortgegebenheiten der einzelnen Biogasanlagen, sowie die unterschiedliche Auslegung der in Anspruch genommenen Wärmenutzungsvariante ergibt sich ein differenziertes Bild hinsichtlich der Ausnutzung der in der Verbesserung dargestellten Wärme. Die Abbildung 7 verdeutlicht die Problematik auf einen Blick.

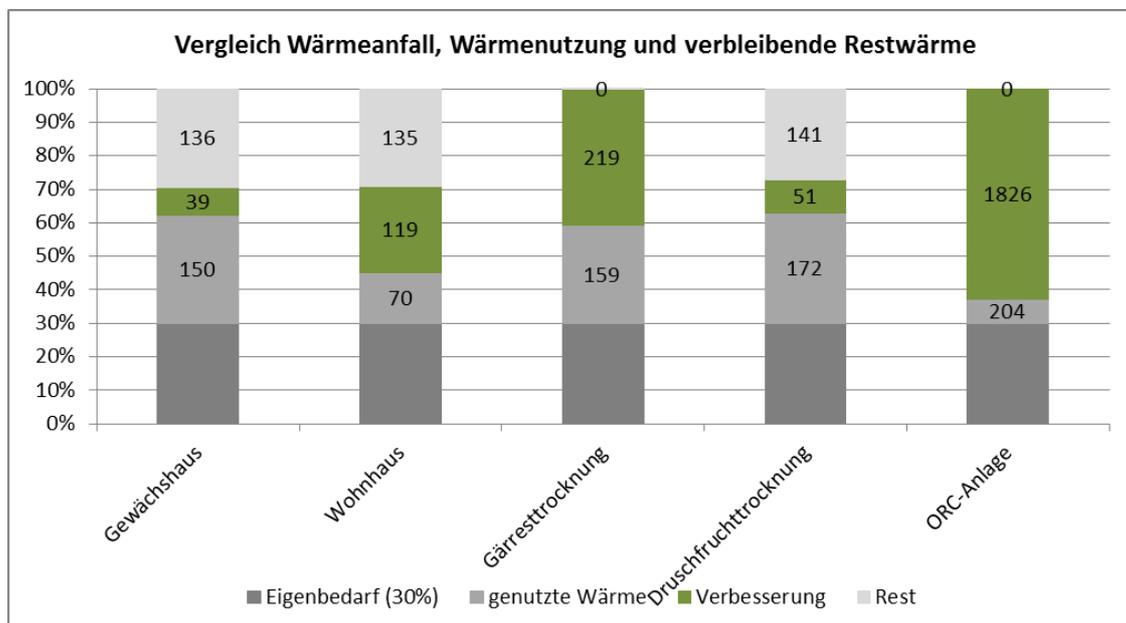


Abbildung 7: Gegenüberstellung IST-Situation und Optimierte IST-Situation

Während die Verbesserungsvarianten Gewächshaus, Wohnhaus und Druschfruchttrocknung noch restlich zur Verfügung stehende Wärmemengen zur Verfügung stellen, sind die Varianten Gärresttrocknung und ORC-Anlage so konzipiert, dass eine Nutzung der nicht in Anspruch genommenen Wärmemenge zu 100% erfolgt. Die restliche Wärmemenge der Varianten Wohnhaus und Gewächshaus resultieren aus der in den vornehmlich Sommermonaten nicht beanspruchten Wärme, die aufgrund von nicht zur Verfügung stehenden Substitutionsvarianten so nicht ganzjährig genutzt werden kann. Bei der Implementierung des Wärmeanschlusses für die Druschfruchttrocknung ergibt sich hier die Inanspruchnahme in den Sommermonaten, jedoch ergibt sich hier aufgrund des kurzen Zeitfensters der Wärmenachfrage keine Gesamtabnahme der zur Verfügung stehenden Abnahmemenge. Als Ergebnis der Untersuchung konnten verschiedenste Ergebnisse der geplanten Wärmenutzungsvarianten festgestellt werden. In der Grafik (Abbildung 8) sind die im Rahmen der Arbeit ermittelten Investitionskosten (€/KW_{therm.}) dem Gewinn/Verlust (€/install. KW_{therm.}) gegenübergestellt.

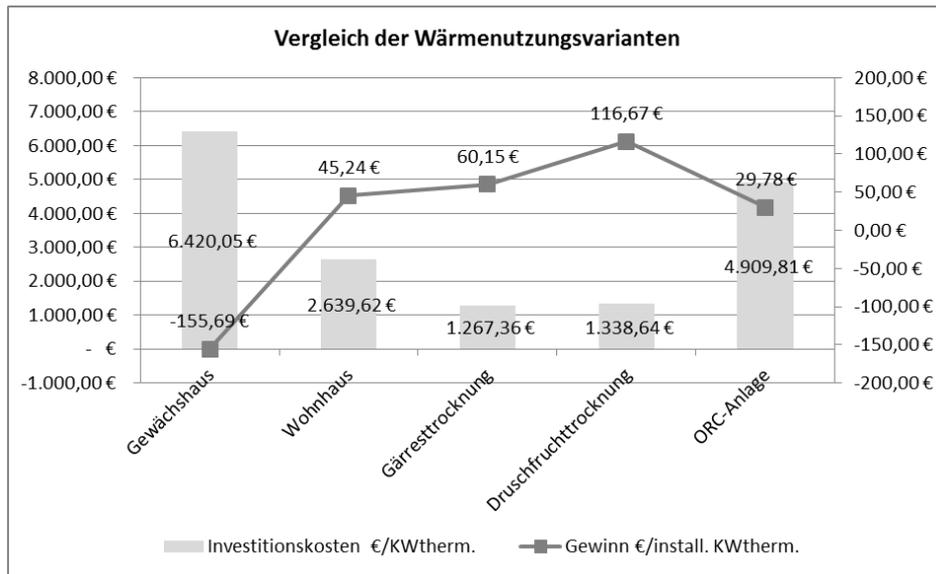


Abbildung 8: Darstellung Investitionskosten in Relation zu erzielbarem Gewinn

Aus der Grafik „Vergleich Wärmenutzungsvarianten“ ist zu entnehmen, dass von einer Investition in eine Wärmeleitung zur Beheizung eines Gewächshauskomplexes unter den gegebenen Umständen abgesehen werden sollte, da die Investition aus vielen verschiedenen Gründen sowohl aus ökonomischen, als auch aus strategischen Gründen als kritisch anzusehen ist. Neben der nicht kalkulierbaren in Anspruch genommenen Abnahmemenge sowie Abnahmedauer aufgrund des nicht zu beeinflussbaren Witterungsverlaufes, speziell hinsichtlich der Sonnenscheindauer aufgrund der Gewächshauskonzeption ist auch die schwierige Verhandlungsposition der Vertragspartner anzuführen. Durch die eine zu eine Situation in der Verhandlung hinsichtlich des Abnahmepreises wird vor allem die Position des Produzenten beeinträchtigt. Beispielsweise bei Abschluss eines Fünfjahresvertrages hinsichtlich der Wärmenutzung ist bei Neuverhandlungen über die Weiterführung der Wärmeabnahme die Seite des Produzenten dahingehend geschwächt, dass dieser in der Verhandlung sich der Abnehmerseite unter Umständen unterwerfen müsste, da die Investition in das Leistungsnetz bereits getätigt ist und sich daher zu einer Situation für den Abnehmer ergeben könnte Preisdiktatur zu betreiben. Wenn der Gewächshausbetrieb ein Geschäftszweig des Agrarbetriebes ist, besteht dieses Risiko natürlich nicht. Eine Investitionsplanung auch hinsichtlich der Abnahmemenge und -dauer würde sich einfacher und genauer ergeben, da beide Seiten das gleiche Ziel verfolgen. Durch die in der Grafik dargestellten und im Rahmen der Bachelorarbeit ermittelten Werte ergibt sich hinsichtlich einer effizienten Wärmenutzung im Vergleich der dargestellten Varianten, dass die Beheizung von Wohnhäusern und das Betreiben einer Gärresttrocknungsanlage lukrativ für eine positive Investitionsentscheidung sprechen. Dadurch, dass bei der Druschfruchttrocknung der tatsächliche Verlauf der Inanspruchnahme nicht genau bestimmt werden kann, ist die in der Grafik dargestellte Durchschnittsrelation als etwas kritischer im Vergleich zur Beheizung von Wohnraum oder Gärresttrocknung zu sehen. Die im Betrieb E kalkulierte Variante der Rückverstromung mittels ORC-Anlage stellt im Vergleich zur Beheizung von Wohnhäusern, Trocknung von Gärresten oder auch verglichen mit der Getreidetrocknung ein höheres Risiko aufgrund der sehr hohen Investitionskosten dar. Abschließend ist eine Auswahl wirtschaftlicher Kennzahlen der untersuchten Anlagen nochmals in Tabelle 2 als Überblick dargestellt.

Tabelle 2: Kennzahlen zur Bewertung der Varianten

| Kennzahl | Betrieb A | Betrieb B | Betrieb C | Betrieb D | Betrieb E |
|---|-------------|-----------|------------------|-----------------------|------------|
| Investition | Gewächshaus | Wohnhaus | Gärresttrocknung | Druschfruchttrocknung | ORC-Anlage |
| interner Zinsfuß | -0,42502% | 6,71392% | 9,74593% | 13,71542% | 11,06545% |
| pay off (Jahre) | --- | 58,35 | 21,07 | 11,47 | 16,49 |
| Gewinn (€/install. KW _{therm.}) | -155,69 € | 45,24 € | 60,15 € | 116,67 € | 29,78 € |
| Durchschnittspreis (€/kWh _{therm.}) | 0,035 € | 0,038 € | 0,034 € | 0,035 € | 0,123 € |
| Mindestpreis (€/kWh _{therm.}) | 0,054 € | 0,033 € | 0,027 € | 0,021 € | 0,087 € |

Quelle: Below, R.: Optimierung der Wärmenutzung von Biogasanlagen - Fünf Praxisbeispiele und Empfehlungen aus der Region Vorpommern. Bachelorarbeit, Hochschule Neubrandenburg, Januar 2012.