



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet Landwirtschaftliche Betriebslehre

Prof. Dr. C. Fuchs

Bachelorarbeit

Wärmenutzungskonzepte von Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern

Auswertung einer Umfrage

URN: urn:nbn:de:gbv:519-thesis 2012-0132-1

von

Jochen Blanken

im März 2012

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
1 Einleitung und Zielsetzung.....	6
2 Vorgehensweise.....	7
3 Auswertung.....	8
3.1 Allgemeine Angaben zu Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern.....	8
3.1.1 Anlagengröße.....	8
3.1.2 Baujahr	9
3.1.3 Erweiterungen.....	9
3.1.4 Substrate	11
3.2 Angaben zur Wärmenutzung	13
3.2.1 Wärmenutzung ja / nein.....	13
3.2.2 Zeitpunkt des Einstiegs in die Wärmenutzung.....	13
3.2.3 Nutzungskonzepte	14
3.2.4 Ausnutzung und Verfügbarkeit der Wärme	16
3.3 Zufriedenheit und Verbesserungswünsche der Anlagenleiter	18
3.3.1 Zufriedenheit	18
3.3.2 Verbesserungsmöglichkeiten.....	19
3.4 Potentiale des Standortes	20
3.5 keine Wärmenutzung	22
3.5.1 Wärmenutzung geplant.....	22
3.5.2 Keine Wärmenutzung.....	22
3.6 Betriebswirtschaftliche Angaben.....	23
3.6.1 Eigene Nutzung oder Verkauf der Wärme	23
3.6.2 Investitionskosten	23
3.6.3 KWK-Bonus	24
3.6.4 Weitere Einnahmen durch Wärmenutzung.....	24
4 Ökonomische Analyse der gewonnenen Daten.....	26
4.1 Korrigierte Ausnutzung der Wärme	26

4.2	Relative Betrachtung der Abwärmenutzung.....	26
5	Gesamtergebnis und Ausblick in die Zukunft.....	28
6	Danksagung.....	30
7	Literaturverzeichnis.....	31
8	Eidesstattliche Erklärung.....	32
9	Anhang.....	33

Abkürzungsverzeichnis

EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
BGA	Biogasanlage
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
BHKW	Blockheizkraftwerk
kW	Kilowatt
MW	Megawatt
MW _{el}	Megawatt elektrisch
MW _{th}	Megawatt thermisch
kWh	Kilowattstunde(n)
MWh	Megawattstunde(n)
MWh _{el}	Megawattstunde(n) elektrische Leistung
MWh _{th}	Megawattstunde(n) thermisch Leistung
NaWaRo	nachwachsende Rohstoffe
GPS	Ganzpflanzensilage
innerbetr.	innerbetrieblich

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Anlagengrößen in M-V: elektrische (n= 88) und thermische Leistung (n = 80).....	8
Abbildung 2: Baujahr (n = 65)	9
Abbildung 3: Soll die Biogasanlage vergrößert oder eine weitere Anlage gebaut werden? (n= 62).....	10
Abbildung 4: Wann soll die Biogasanlage vergrößert oder eine weitere Anlage gebaut werden? (n = 22).....	10
Abbildung 5: Welche Substrate werden eingesetzt? (n = 64)	11
Abbildung 6: Wärmenutzung ja / nein (n = 88)	13
Abbildung 7: Abwärmenutzung seit... (n = 65).....	14
Abbildung 8: Nutzung der anfallenden Wärme (n = 68).....	15
Abbildung 9: Wärmenutzung zur Beheizung von... (n = 50)	15
Abbildung 10: Aufschlüsselung: Beheizung von Ställen (n = 23).....	16
Abbildung 11: Aufschlüsselung: Trocknung (n = 22).....	16
Abbildung 12: Genutzter Teil der thermischen Leistung (n = 67)	16
Abbildung 13: Stellen saisonale Schwankungen der Verfügbarkeit der Wärme für Sie ein Problem dar? (n = 49)	17
Abbildung 14: Zufriedenheit mit Wärmekonzept (n = 51)	18
Abbildung 15: Sehen Sie Verbesserungsmöglichkeiten? (n = 51).....	19
Abbildung 16: Hat der Standort Potential für (weitere) Abwärmenutzung? (n = 79).....	20
Abbildung 17: Wie wird das Potential für weitere Abwärmenutzung eingeschätzt? (n = 79).....	20
Abbildung 18: Weitere mögliche Nutzungsmöglichkeiten mit hohem Potential (n = 57)	21
Abbildung 19: Warum wird die Wärme nicht genutzt? (n = 7)	22
Abbildung 20: Sind Sie selbst Nutzer der Wärme? (n = 64).....	23
Abbildung 21: Wird der KWK-Bonus beansprucht? (n = 52)	24
Abbildung 22: Ermöglicht das Wärmekonzept weitere Einnahmen bzw. Einsparungen? (n = 59).....	24
Abbildung 23: Einnahmen / Einsparungen (n = 40).....	25
Abbildung 24: Ökonomische Analyse bestehender Wärmekonzepte	27

1 Einleitung und Zielsetzung

Erneuerbare Energien haben in Deutschland seit Jahren Hochkonjunktur. Der Hunger nach Ökostrom & Co ist riesig. Fast jeder Stromanbieter hat einen „grünen“ Tarif im Repertoire, jeder Autofahrer betankt sein Auto mehr oder weniger gewollt mit Biokraftstoff und das Heizen mit Holz ist wieder in Mode gekommen.

Die Bereitstellung von erneuerbaren Energien kann auch für Landwirte eine lukrative Einkommensquelle sein. Viele landwirtschaftliche Betriebe „veredeln“ ihre Dachflächen mit Photovoltaik-Anlagen, Raps ist zum festen Bestandteil vieler Fruchtfolgen geworden und Windkraftwerke wachsen wie Bäume aus dem Boden.

Einen wahren Boom erlebt der Bau von Biogasanlagen (BGA). Die installierte Leistung in Deutschland stieg von 111 MW_{el} im Jahre 2001 auf 2.291 MW_{el} im Jahre 2010. Im gleichen Zeitraum stieg die Anlagenzahl in Deutschland von 1.360 auf 5.905 (Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2011). In Mecklenburg-Vorpommern befinden sich 192 BGA in Betrieb (Stand Juli 2010; Quelle: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern).

Eine tragende Säule für diese Entwicklung ist das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Es trat am 1.4.2000 in Kraft und wurde 2004 und 2009 novelliert, eine weitere Neufassung trat am 1.1.2012 in Kraft.

Das EEG soll die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern (z.B. Kohle, Erdöl, Erdgas, Uran) verringern und die Erzeugung erneuerbarer Energien fördern. Zentraler Baustein ist die Bestimmung der Höhe der Einspeisevergütung und die damit verbundenen Kriterien (z.B. Anlagengröße).

Ein weiteres wichtiges Element ist die Vergütung für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in Form des sog. KWK-Bonus. Er soll BGA – Betreiber anregen, die bei der Verstromung anfallende Abwärme zu nutzen. Es ist jedoch fraglich, in welchem Maße der KWK-Bonus in Anspruch genommen wird. Denn im Gegensatz zum Strom gibt es für die Wärme weder eine Abnahmegarantie, noch eine ausgebaute Infrastruktur (Fernwärmenetz).

Wird die Abwärme zu wenig genutzt? Insbesondere Mecklenburg-Vorpommern scheint sehr schwierige Bedingungen für die Abwärmenutzung zu haben. Es ist ein schwach strukturiertes Flächenland mit vergleichsweise wenig Veredelung. Diese Untersuchung soll zeigen, in welchem Umfang es in M-V Wärmenutzungskonzepte von Biogasanlagen gibt und wie die Betreiber ihre Wirtschaftlichkeit einschätzen.

2 Vorgehensweise

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Ökonomische Beurteilung von Wärmenutzungskonzepten für Biogasanlagen“ an der Hochschule Neubrandenburg wurde eine Umfrage durchgeführt. Es wurden insgesamt 192 Fragebögen an alle bekannten Biogasanlagen in M-V geschickt (Fragebogen - siehe Anhang). Als Grundlage und Quelle für die Adressen wurde eine Liste mit Adressen, herausgegeben vom „Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus Mecklenburg-Vorpommern“, verwendet. Sie fasst alle in M-V betriebenen Biogasanlagen (Stand 28.07.2010) zusammen (Quelle: „Biogas-Biomasse-Biokraftstoffanlagen von Mecklenburg-Vorpommern“).

Der Fragebogen wurde im Frühjahr 2011 erstellt und im April verschickt. Er beinhaltet insgesamt 17 Fragen, davon vier zu allgemeinen Angaben über die BGA und 13 Fragen speziell zu Wärmenutzungskonzepten.

Insgesamt kamen bis Mitte Juli 65 beantwortete Fragebögen zurück. Das entspricht einem Rücklauf von 34%. Zusätzlich wurden im August alle Betriebe, die nicht geantwortet haben, telefonisch befragt. Dazu wurde eine gekürzte und modifizierte Version des Fragebogens verwendet. Alle sieben Fragen beziehen sich auf eventuell vorhandene Wärmekonzepte. So konnten von 23 weiteren Betrieben Daten gewonnen werden. De facto gab es zumindest für einen Teil der Fragen einen Rücklauf von 46%.

Die gesammelten Informationen wurden in eine MS Excel – Tabelle eingegeben und statistisch ausgewertet. Die Ergebnisse sollen im Folgenden dargestellt und erläutert werden.

3 Auswertung

3.1 Allgemeine Angaben zu Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern

Zu Beginn wurde nach allgemeinen Informationen zur / zu den BGA der Betreiber gefragt. Die Ergebnisse sollen einen Überblick über Größe, Alter und eingesetzter Substrate geben.

3.1.1 Anlagengröße

Eingangs wurde die Größe der einzelnen Biogasanlagen erfasst. Die durchschnittliche BHKW-Anzahl je Betreiber beträgt 1,78 (n=63). Die ermittelte durchschnittliche (ggf. begrenzte) Anlagengröße beträgt 750kW_{el} (n=88) bzw. 758kW_{th} (n=80). Alle ausgewerteten Anlagen befinden sich in einer Spanne von 50kW_{el} bis $6.500\text{kW}_{\text{el}}$. Ein Großteil der Biogasanlagen (ca. 71 %) hat eine Leistung im Bereich von 250kW_{el} bis $1.000\text{kW}_{\text{el}}$, die meisten um 500kW_{el} (siehe Abbildung 1).

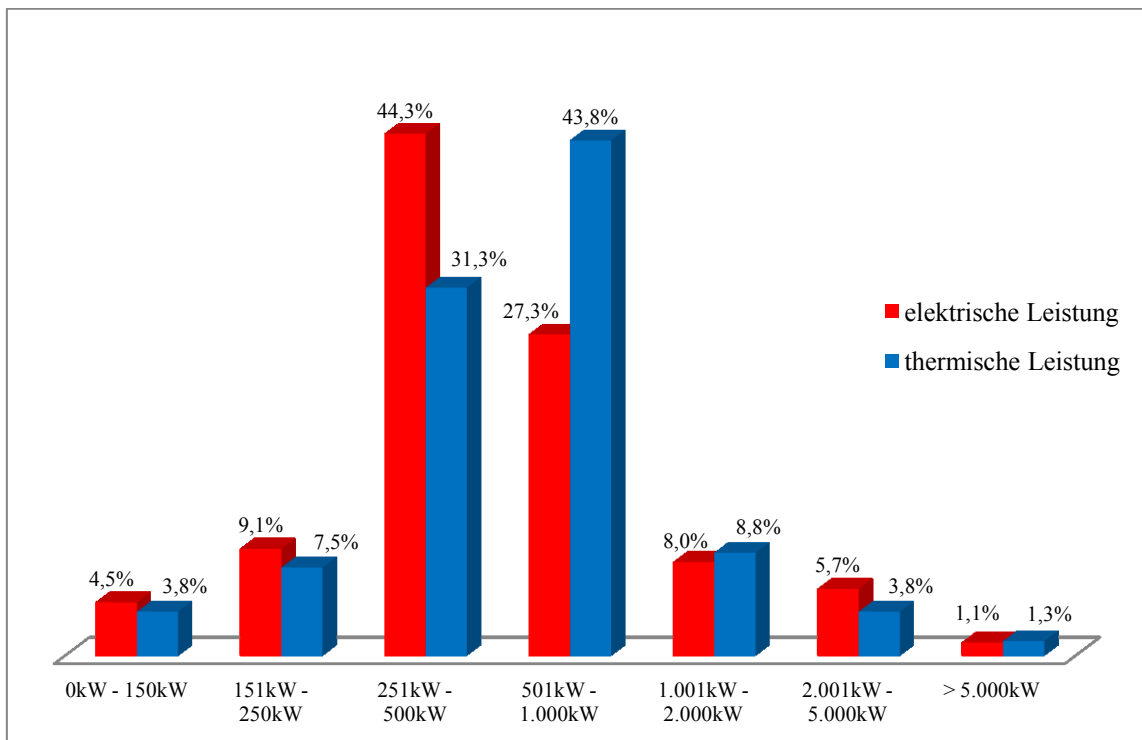


Abbildung 1: Vergleich der Anlagengrößen in M-V: elektrische (n= 88) und thermische Leistung (n = 80)

3.1.2 Baujahr

Anschließend wurde ermittelt, wann die BGA Strom produzieren und ob oder wann es zu erhöhten Bautätigkeiten kam. Lediglich ein Betreiber speiste vor Inkrafttreten des EEG im Jahre 2000 Strom aus einer BGA ein. Zu einer Häufung kam es von 2005 bis 2008 (siehe Abbildung 2). In diesen vier Jahren wurden 48 (73,9 %) der in der Umfrage erfassten Biogasanlagen gebaut, allein in 2006 waren es 17 (26,2 %). Anschließend nahm die Intensität wieder ab. Das EEG wurde 2004 und 2009 novelliert. Ein Zusammenhang damit ist deutlich erkennbar.

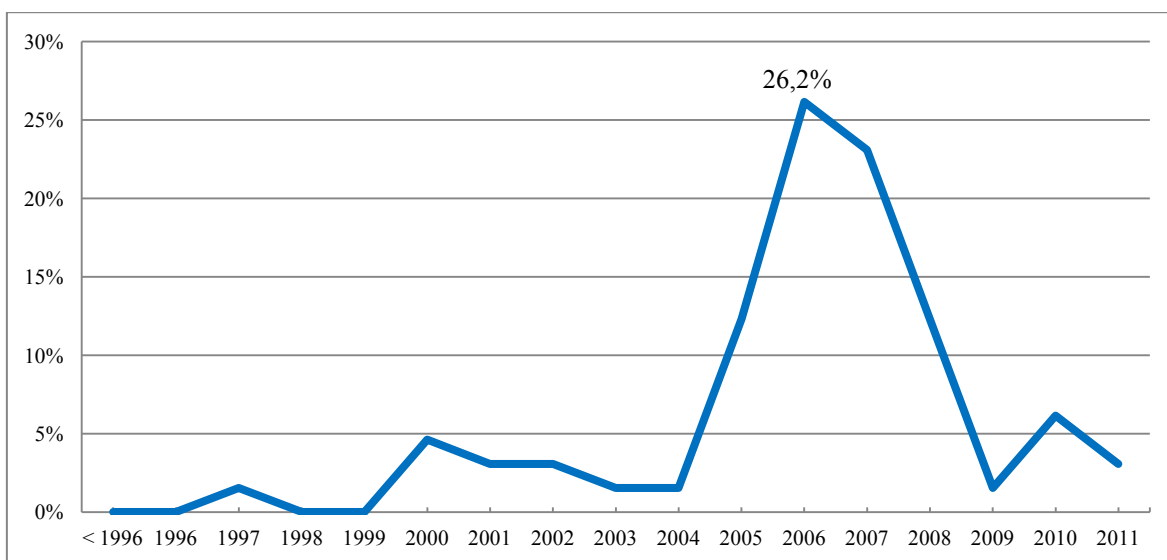


Abbildung 2: Baujahr (n = 65)

3.1.3 Erweiterungen

Die Produktion von Biogas ist ein recht junger Zweig der Landwirtschaft bzw. der Energiewirtschaft. Die Entwicklung dieser Branche ist sehr dynamisch, das zeigt auch der Bau neuer Anlagen (siehe Abbildung 2).

22 von 62 Anlagenbetreibern (35,5 %) planen bereits die Erweiterung in Form einer Vergrößerung ihrer BGA oder eines Neubaus (siehe Abbildung 3).

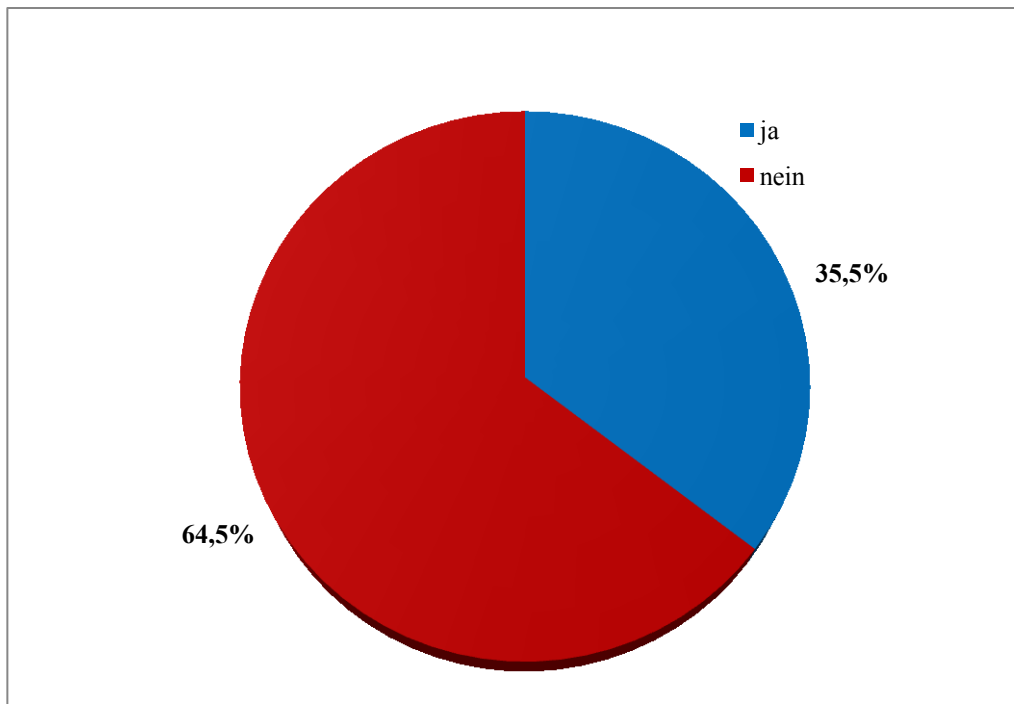


Abbildung 3: Soll die Biogasanlage vergrößert oder eine weitere Anlage gebaut werden? (n= 62)

13 dieser 22 Betreiber (59,1 %) planen eine Erweiterung in 2011 oder 2012, einer (4,6 %) in 2016 und weitere zwei (9,1 %) sind sich über den jeweiligen Zeitpunkt noch unsicher (siehe Abbildung 4).

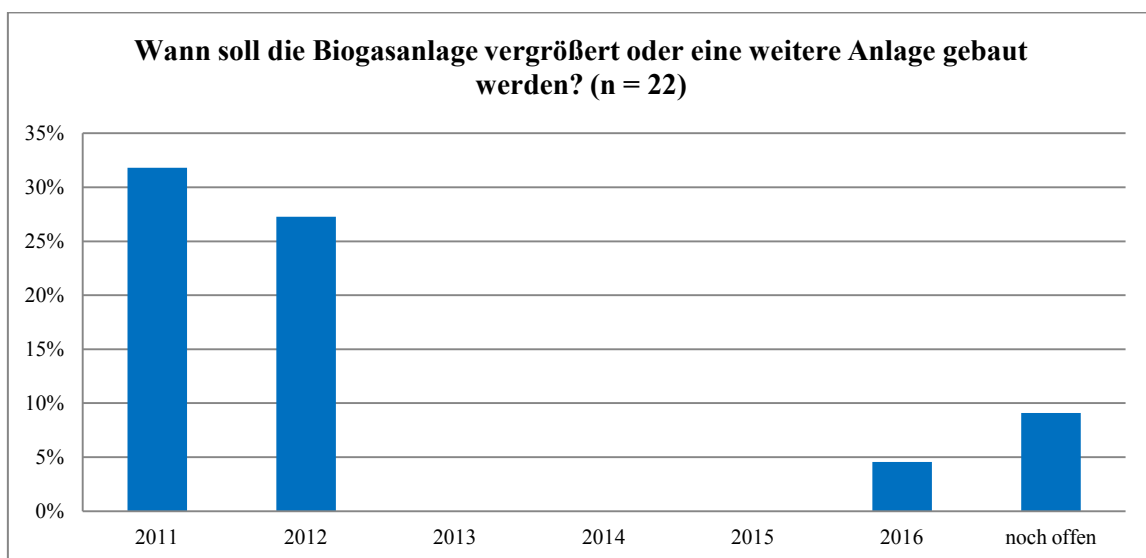


Abbildung 4: Wann soll die Biogasanlage vergrößert oder eine weitere Anlage gebaut werden? (n = 22)

3.1.4 Substrate

Die Auswahl der zur Vergärung eingesetzten Rohstoffe stellt eine wichtige Variable im gesamten Prozess dar. Sie beeinflusst maßgeblich die Kosten pro m³ Gas (und damit pro kWh Strom), Bauart und Größe der Lagermöglichkeiten und das Volumen des bzw. der Fermenter.

Auch Strompreis wird durch die Auswahl der Substrate beeinflusst. Für alle Anlagen, die zwischen 2004 und einschließlich 2011 ans Netz gingen, gibt es die Möglichkeit, den sog. NaWaRo-Bonus in Anspruch zu nehmen. Er vergütet den Einsatz nachwachsender Rohstoffe mit zusätzlich 4 - 7 ct / kWh. Für Anlagen des EEG 2009 kann noch der Güllebonus (mindestens 30 % Gülle / Festmist), in Höhe von 4 ct (bis 150 kW) bzw. 1 ct (über 150kW), beansprucht werden. Im EEG 2012 wurden beide Maßnahmen durch eine generelle Klassifizierung der Substrate abgelöst.

64 Anlagenbetreiber machten Angaben zu den verwendeten Substraten (siehe Abb. 5). 59 Anlagen (92 %) werden mit Maissilage betrieben. Gülle wird in 51 (80 %) und Festmist in 13 Anlagen (20 %) eingesetzt. Getreide (in Form von Körnern oder Schrot) wird von 26 Anlagen (41 %) vergärt, Anwelksilage und GPS von lediglich 16 (25 %) bzw. 12 (19 %) Anlagen.

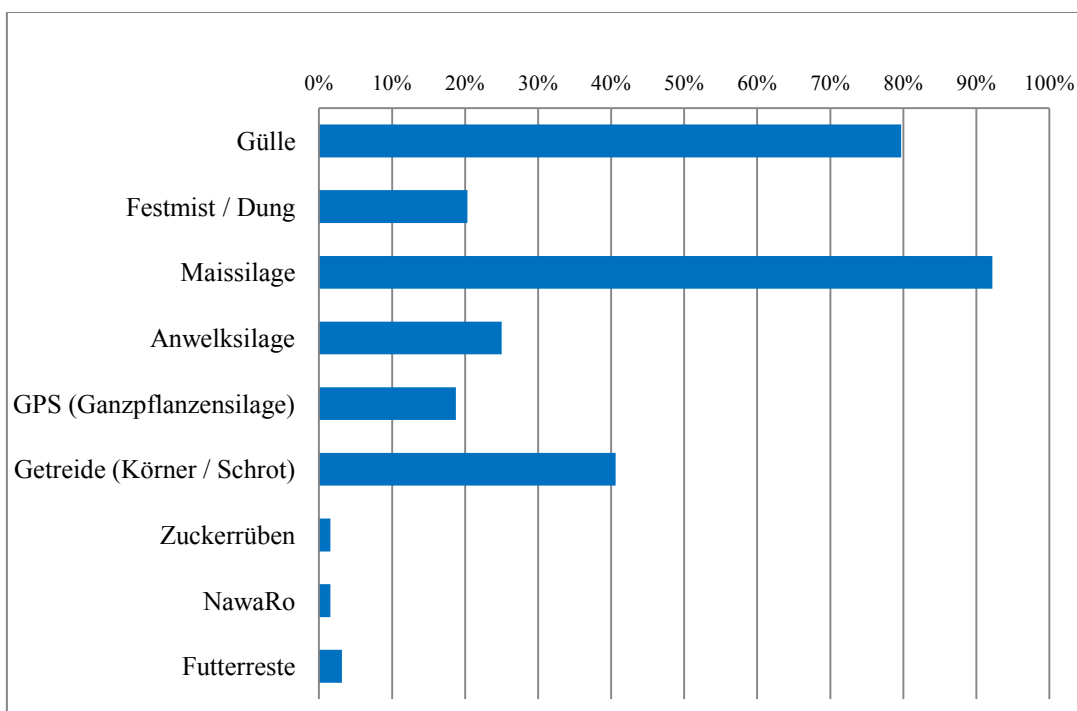


Abbildung 5: Welche Substrate werden eingesetzt? (n = 64)

Die hohe Bedeutung von Maissilage und Gülle kann als typisch angesehen werden. Auffallend ist jedoch, dass in allen in der Umfrage erfassten Anlagen ausschließlich heimische Futterpflanzen (Silagen, Getreide, Rüben) oder Rückstände aus der Tierhaltung (Gülle, Festmist, Futterreste) eingesetzt werden. Nicht-landwirtschaftliche Substrate, wie zum Beispiel Schlachtabfälle oder Speisereste finden hier keine Verwendung.

Von 51 Betreibern, die Gülle einsetzen, differenzieren 28 die Gülle nach Herkunft. Von ihnen vergären 21 (75 %) Rindergülle und 7 (25 %) Schweinegülle.

3.2 Angaben zur Wärmenutzung

Der eigentliche Hauptteil der Umfrage befasst sich mit der Nutzung der Abwärme. Von Interesse waren in erster Linie Art und Umfang der Wärmenutzung, die Zufriedenheit mit dem Nutzungskonzept und der wirtschaftliche Aspekt.

3.2.1 Wärmenutzung ja / nein

In wie vielen der angeschriebenen Biogasanlagen wird die Wärme genutzt, bzw. ist die Nutzung geplant?

Es konnten 88 Antworten ausgewertet werden. In 68 Biogasanlagen (77,3 %) wird die Abwärme genutzt, in lediglich 19 Anlagen (24,4 %) wird die Wärme ungenutzt an die Umwelt abgegeben. Jedoch planen 7 Betreiber (10,8 %) die Verwertung.

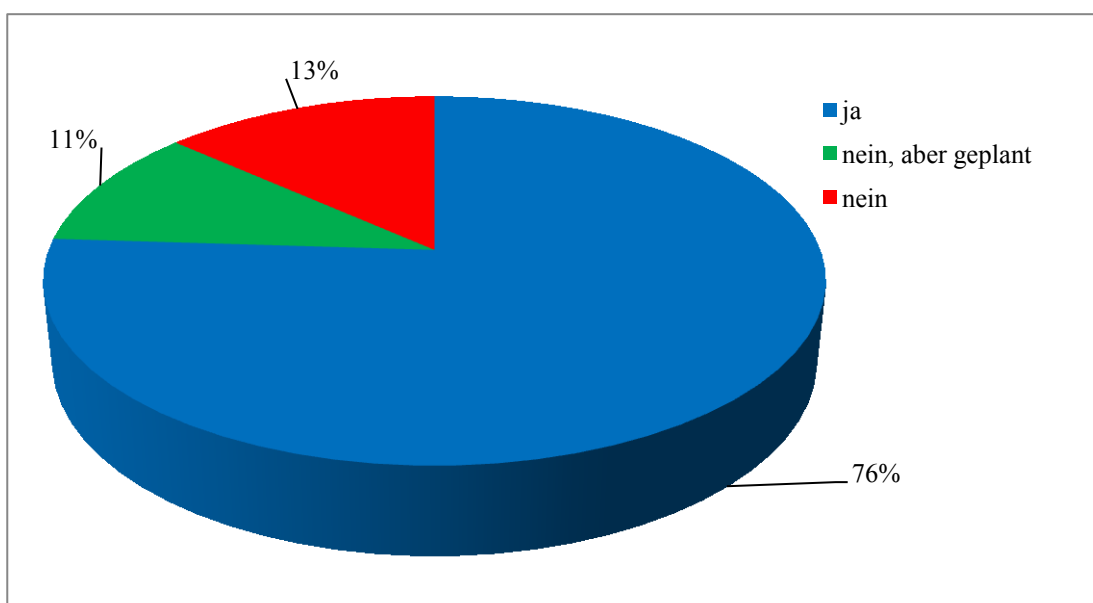


Abbildung 6: Wärmenutzung ja / nein (n = 88)

3.2.2 Zeitpunkt des Einstiegs in die Wärmenutzung

Bei der Installation von Wärmekonzepten ist ein Trend festzustellen. Dieser verläuft ähnlich wie der, des Biogasanlagenbaus (siehe Kapitel 4.1.2). So wurden von den heute bestehenden Anlagen nur 7,7 % vor 2005 mit einem Wärmekonzept ausgestattet. Ab 2005 sind es 69,2 %, davon allein im Jahr 2008 18,5 %. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Entwicklung mit den Novellierungen des EEG zusammenhängt. Die

Nutzung der Abwärme („Kraft-Wärme-Kopplung“) wurde erst seit 2004 durch den KWK-Bonus mit 2 ct bzw. 3 ct / kWh vergütet. Mit der Novellierung von 2012 geht der KWK-Bonus in der Grundvergütung auf (Quelle: EEG 2000 / 2004 / 2009 / 2012).

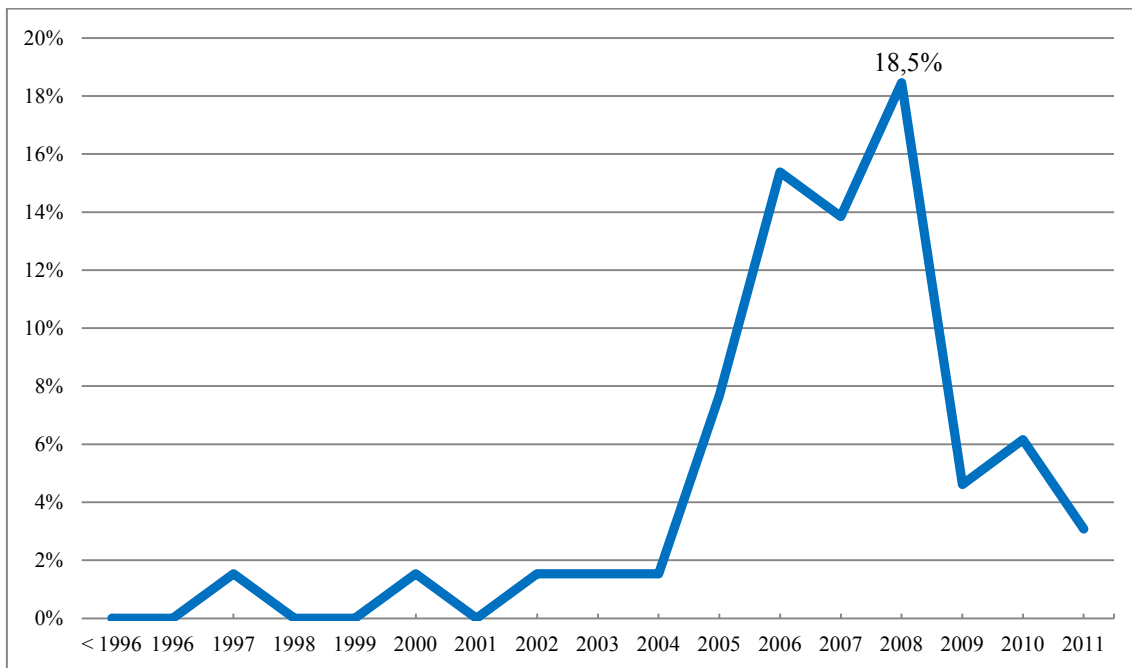


Abbildung 7: Abwärmenutzung seit... (n = 65)

3.2.3 Nutzungskonzepte

Die Nutzungsmöglichkeiten für die Wärme mögen in einem schwach strukturierten Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern gering erscheinen. Jedoch konnte die Umfrage zeigen, dass viele Anlagenbetreiber (siehe Abbildung 6) die anfallende Wärme nutzen.

Auch gibt es durchaus vielfältige Wärmekonzepte. Allerdings beschränkt sich die Verwertung überwiegend auf den landwirtschaftlichen, bzw. innerbetrieblichen Bereich. Von 68 Biogasanlagen, die die Wärme nutzen, wird sie von 50 (73,5 %) zum Beheizen von Gebäuden verwendet. 21 (30,9 %) betreiben ein Nah- bzw. Fernwärmenetz und 16 (23,5 %) trocknen mit der Wärme landwirtschaftliche oder forstwirtschaftliche Güter (siehe Abbildung 9).

Andere Nutzungsmöglichkeiten wurden zwar vereinzelt angegeben, sind aber weitgehend unbedeutend. Neben Aquakultur (eine Nennung / 1,5 %) wurden Hygienisierung der Gülle, Milchkühlung, ORC – Verfahren (Organic Rankine Cycle = Stromgewinnung aus Wärme) und Dampferzeugung (alle in „sonstiges“ zusammengefasst) angegeben.

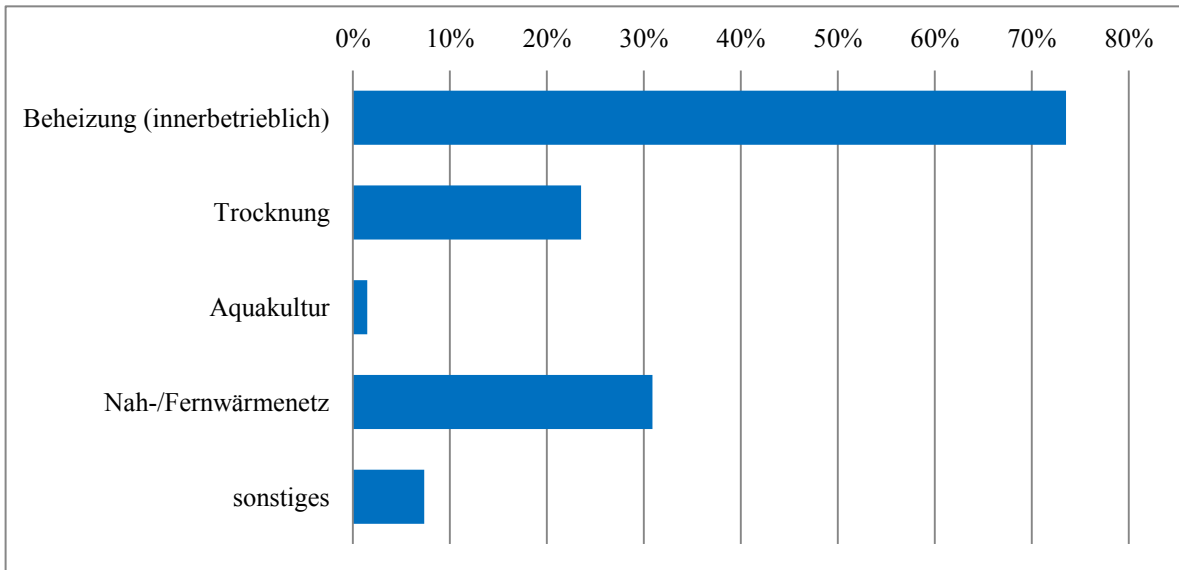


Abbildung 8: Nutzung der anfallenden Wärme (n = 68)

Von allen, die die Wärme zum Heizen im Betrieb verwenden, werden in erster Linie Stallungen (26 Nennungen / 52,0 %), sowie Wohn- und Nebengebäude beheizt (siehe Abbildung 8).

Unter den mit Abwärme beheizten Ställen finden sich vor allem Schweineställe. Es sind mit 15 Nennungen 22,1 % aller Betriebe, die die Wärme nutzen, oder 65,2 % aller, die damit Ställe beheizen (siehe Abbildung 10).

Neben der Beheizung von Gebäuden stellt die Trocknung ein wichtiges Wärmekonzept in M-V dar. 16 Betriebe (23,5 % der „Wärmenutzer“) betreiben eine Trocknung mit der Abwärme des BHKW. Knapp die Hälfte davon (zehn Betriebe / 45,5 %) trocknen Getreide, jeweils sechs (27,3 %) trocknen Holz oder die anfallenden Gärreste (siehe Abbildung 11).

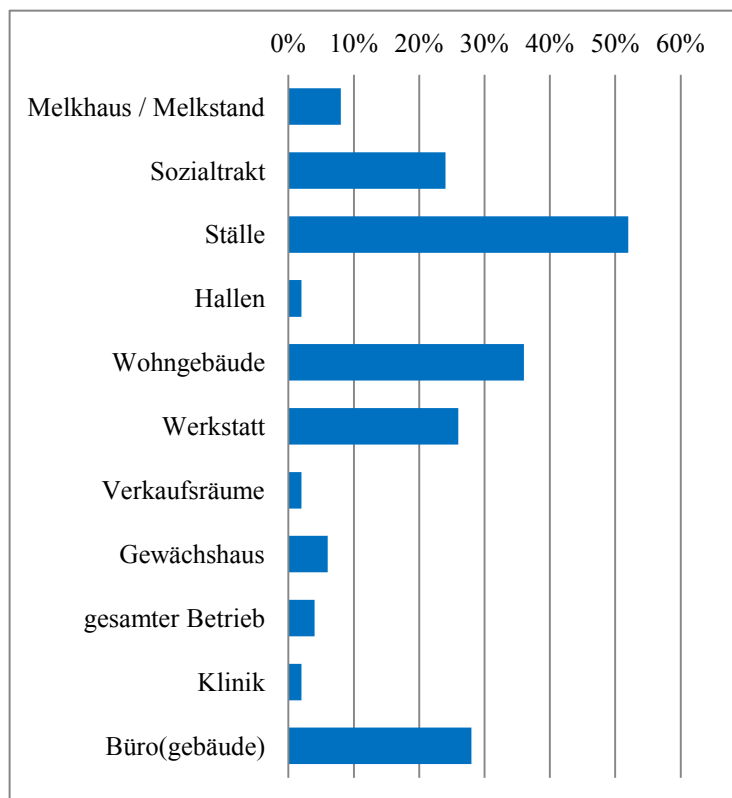


Abbildung 9: Wärmenutzung zur Beheizung von... (n = 50)

Es hat sich gezeigt, dass die genutzten Wärmekonzepte einerseits recht vielfältig sind, andererseits konzentriert sich das Gros der Anlagenbetreiber auf das Beheizen von Stallungen oder den Betrieb eines Nah- / Fernwärmenetzes.

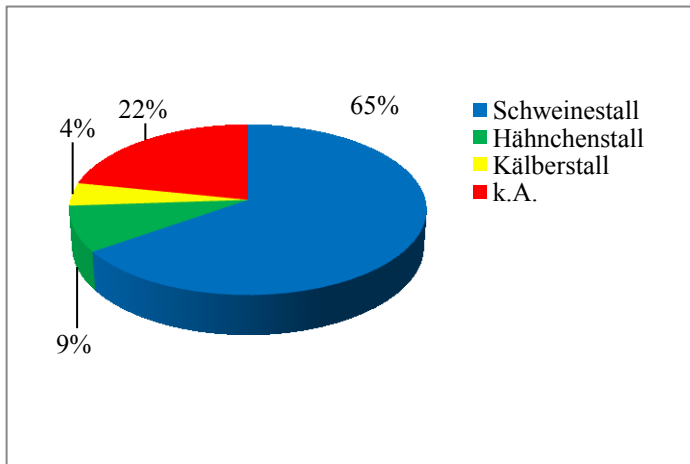


Abbildung 10: Aufschlüsselung: Beheizung von Ställen (n = 23)

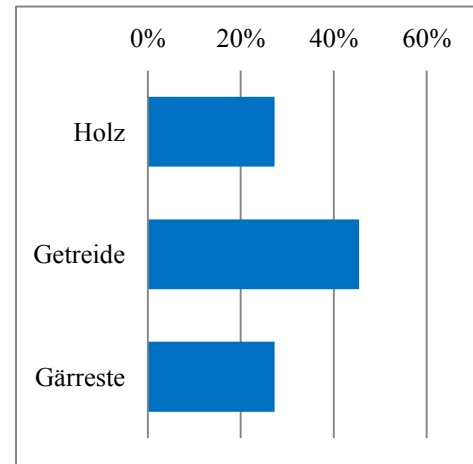


Abbildung 11: Aufschlüsselung: Trocknung (n = 22)

3.2.4 Ausnutzung und Verfügbarkeit der Wärme

3.2.4.1 Ausnutzung der erzeugten Wärme

Der Grad der Ausnutzung der anfallenden Wärme zeigt eventuelle Potentiale auf.

Den Angaben aus der Umfrage zufolge nutzen die befragten Anlagenbetreiber die Wärme zu durchschnittlich 43,0 %. Betrachtet man nur die Anlagen mit einem Wärmekonzept, sind es durchschnittlich 59,1 %. Immerhin etwas mehr als ein Drittel (24 Nennungen / 35,8 %) nutzt die erzeugte Wärme zu 80 – 100 % (siehe Abbildung 12).

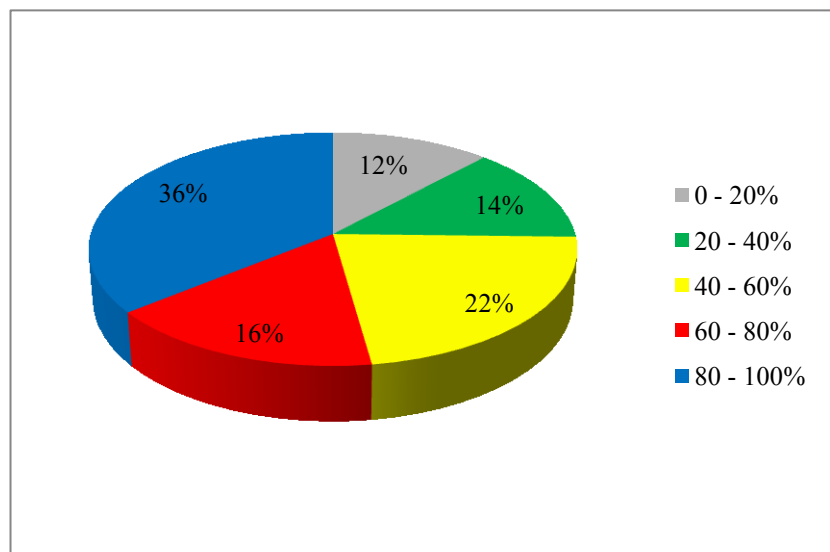


Abbildung 12: Genutzter Teil der thermischen Leistung (n = 67)

3.2.4.2 Verfügbarkeit der Wärme und saisonale Schwankungen

Der Wärmeüberschuss einer Biogasanlage ist nicht immer gleich, er unterliegt saisonalen Schwankungen.

Da der Fermenter beheizt werden muss, wird ein Teil des Wärmeüberschusses dafür genutzt. Dies ist vor allem im Winter der Fall. Der Bedarf kann so hoch sein, dass eine Biogasanlage mit einem relativ großen Fermentervolumen bei sehr geringen Außentemperaturen noch zusätzliche Energie zur Beheizung des Fermenters aufbringen muss. In jedem Fall aber ist der verwertbare Teil der Abwärme geringer als bei hohen Außentemperaturen. Ein Wärmenutzungskonzept muss daran angepasst sein. Ist der Wärmebedarf zu groß, muss in eine zusätzliche Energiequelle (z.B. eine separate Heizung im Hähnchenstall) investiert werden.

Auch der Wärmebedarf des Wärmenutzungskonzeptes schwankt i.d.R. saisonal. Zum Beispiel Getreidetrocknungen werden nur im Sommer bzw. Herbst betrieben, wohingegen Stallungen im Winter sehr viel mehr Wärme benötigen als im Sommer.

Von 49 Befragten sehen 29 (59,1 %) kein Hindernis in der saisonal unterschiedlichen Verfügbarkeit von Abwärme. Für lediglich acht (16,3 %) sind diese Schwankungen ein Problem, für weitere 12 (24,5 %) nur bedingt (siehe Abbildung 13).

Im Durchschnitt gaben die Befragten an, dass der Wärmebedarf ihres jeweiligen Wärmekonzeptes im Sommer zu 95,7 %, im Winter zu 78,1 % und im Jahresmittel zu 80,9 % durch die Biogasanlage gedeckt wird.

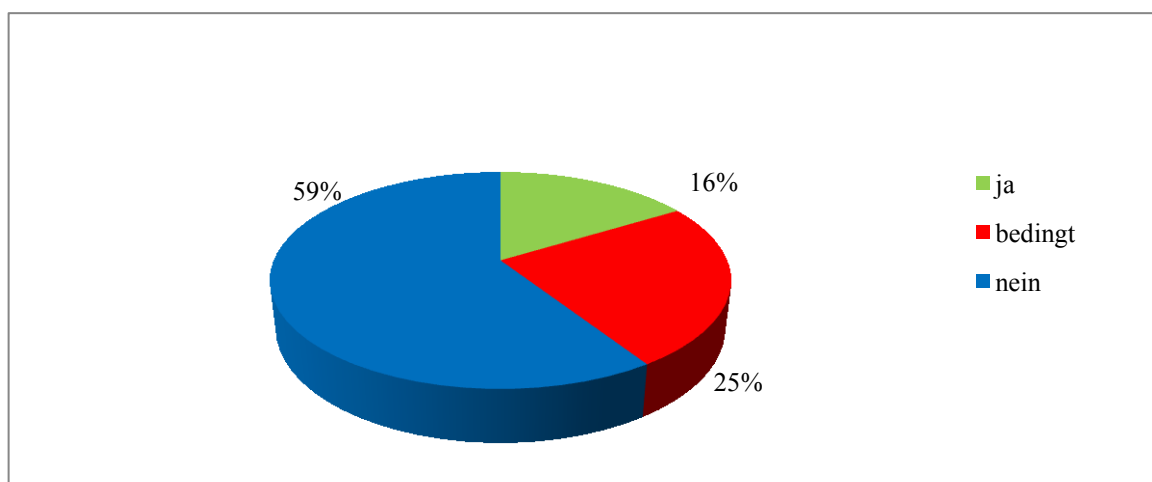


Abbildung 13: Stellen saisonale Schwankungen der Verfügbarkeit der Wärme für Sie ein Problem dar? (n = 49)

3.3 Zufriedenheit und Verbesserungswünsche der Anlagenleiter

Wie bereits beschrieben, wurde die Abwärmenutzung für viele Anlagenbetreiber erst mit der Einführung des KWK-Bonus attraktiv. Da dies erst seit einigen Jahren der Fall ist, müssen derzeit noch viele Erfahrungen gesammelt werden.

3.3.1 Zufriedenheit

Die Umfrage zeigt jedoch, dass 37 von 51 Anlagenbetreibern (72,6 %) „zufrieden“ oder „sehr zufrieden“ mit ihrem Wärmekonzept sind. Lediglich drei (5,9 %) sind „unzufrieden“ (und keiner „sehr unzufrieden“). Weitere elf (21,6 %) bewerteten ihre Zufriedenheit mit „neutral“ (siehe Abbildung 14).

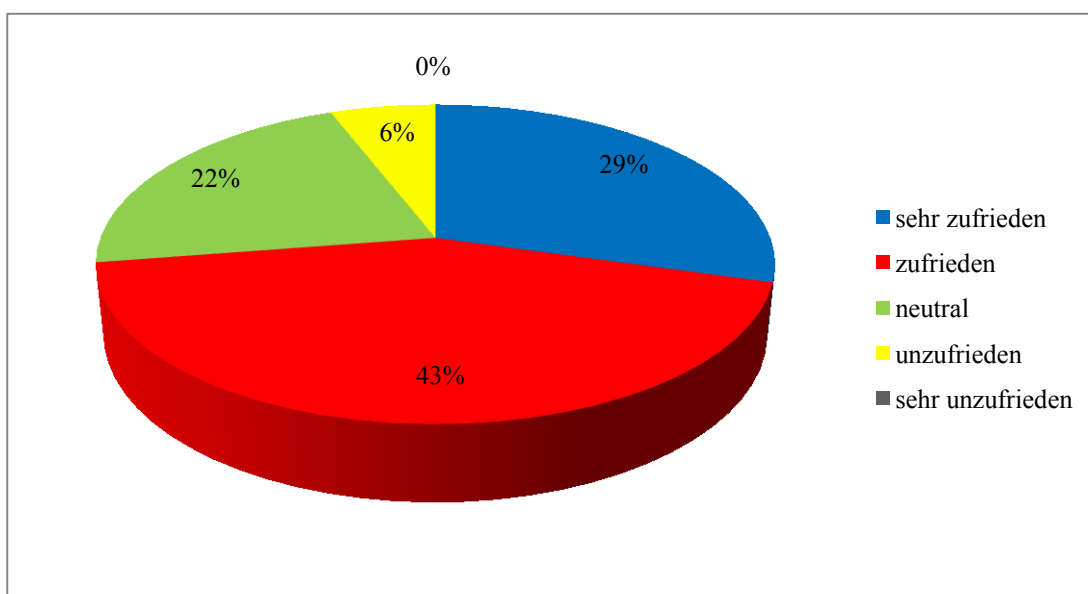


Abbildung 14: Zufriedenheit mit Wärmekonzept (n = 51)

44 Teilnehmer der Umfrage machten Angaben zu den Gründen für ihre jeweilige Einschätzung. Elf von ihnen (25 %) bemängelten eine verbesserungswürdige Gesamtausnutzung und weitere drei (6,8 %) kritisierten die saisonale Abnahme der Wärme. Die (zusätzliche) Vergütung der Wärme durch den KWK-Bonus wurde von vier Befragten (9,1 %) begrüßt und weitere vier (9,1 %) gaben an, die auskoppelbare Wärme weitgehend nutzen zu können. Weitere 15 Anmerkungen - davon zwölf positiv und drei negativ - wurden nur einzeln genannt und sollen hier nicht weiter aufgeführt werden.

3.3.2 Verbesserungsmöglichkeiten

Trotz der hohen Zufriedenheit sehen viele der befragten Anlagenbetreiber noch Verbesserungsmöglichkeiten (siehe Abbildung 15). 32 von 51 Befragten (62,8 %) antworteten auf die Frage danach mit „Ja“ (19 (37,2 %) mit „Nein“).

31 Teilnehmer gingen hier weiter ins Detail: Ein Ausbau bzw. eine Erweiterung sehen neun (29 %) als Optimierung, acht Teilnehmer (25,8 %) streben eine bessere ganzjährige Nutzung an, vier Anlagenbetreiber (12,9 %)

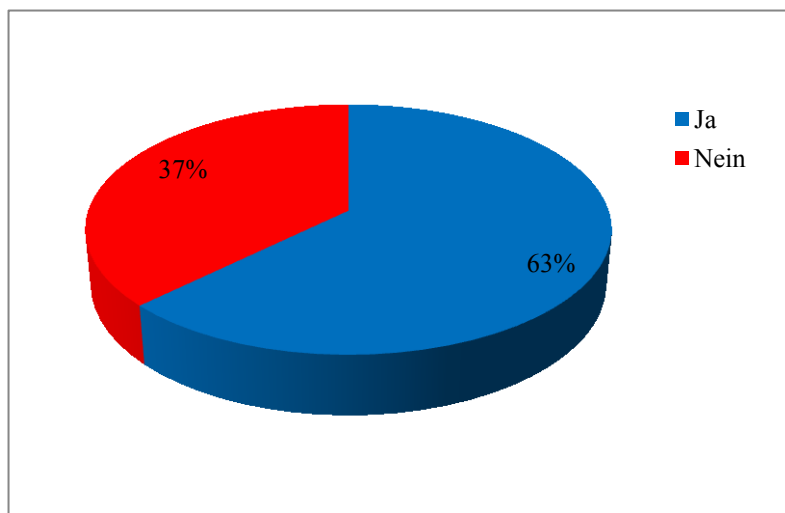


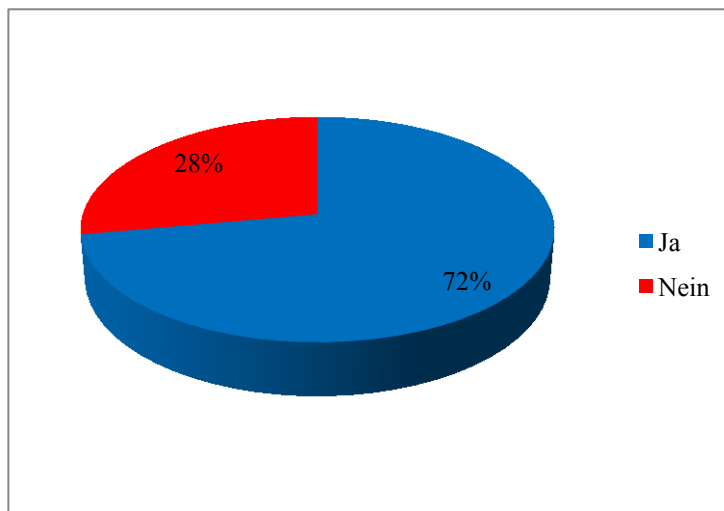
Abbildung 15: Sehen Sie Verbesserungsmöglichkeiten? (n = 51)

benötigen weitere Nachfrager und drei Befragte (9,7 %) bemängeln, dass die Ausrichtung ihres BHKW zu wenig „wärmelastig“ sei. Weitere sieben Antworten wurden jeweils nur einzeln genannt.

Dass fast zwei Drittel der Befragten noch Verbesserungsmöglichkeiten in ihrem Wärmekonzept sehen, scheint auf den ersten Blick auf größere Probleme hinzudeuten. Jedoch ist die Abwärmenutzung von Biogasanlagen recht neu und fast 30 % der Teilnehmer der Umfrage sehen eine Vergrößerung als Verbesserungsmöglichkeit.

3.4 Potentiale des Standortes

Als schwach strukturiertes Flächenland mit nur wenig Industrie oder Gewerbe gilt Mecklenburg-Vorpommern als eine Region mit verhältnismäßig wenig Nachfrage für die Abwärme. Zudem weist die Landwirtschaft (im Vergleich zu anderen Bundesländern) einen geringen Viehbesatz auf

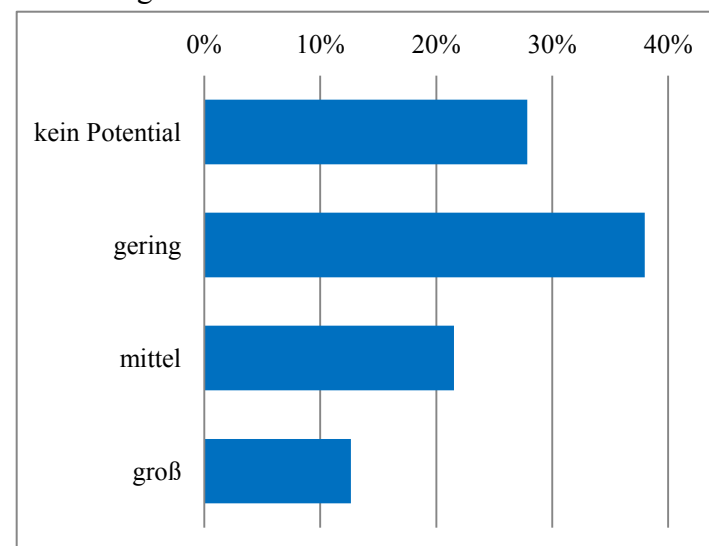


(Quelle: Statistisches Bundesamt - Viehbestand und tierische Erzeugung 2009) und

Abbildung 16: Hat der Standort Potential für (weitere) Abwärmenutzung? (n = 79)

Biogasanlagen liegen (aufgrund von Auflagen bei deren Genehmigungsverfahren) oft im Außenbereich bzw. am Ortsrand. Für einen Ausbau der Abwärmenutzung ist das Vorhandensein eines Nachfragers allerdings unabdingbar.

79 Teilnehmer der Umfrage machten Angaben zum Potential ihres Standortes für (weitere) Wärmenutzung. Darunter sind auch Antworten von Anlagenbetreibern ohne bestehendes Nutzungskonzept.



57 der 79 Befragten (72,2 %) sehen unausgeschöpftes Potential an ihrem jeweiligen Standort (siehe Abbildung 16). Unter allen 79 Antwortenden schätzen das Potential 30 (38 %) als „gering“, 17 (21,5 %) als „mittel“ und 10 (12,7 %) als „groß“ ein (siehe Abbildung 17).

Abbildung 17: Wie wird das Potential für weitere Abwärmenutzung eingeschätzt? (n = 79)

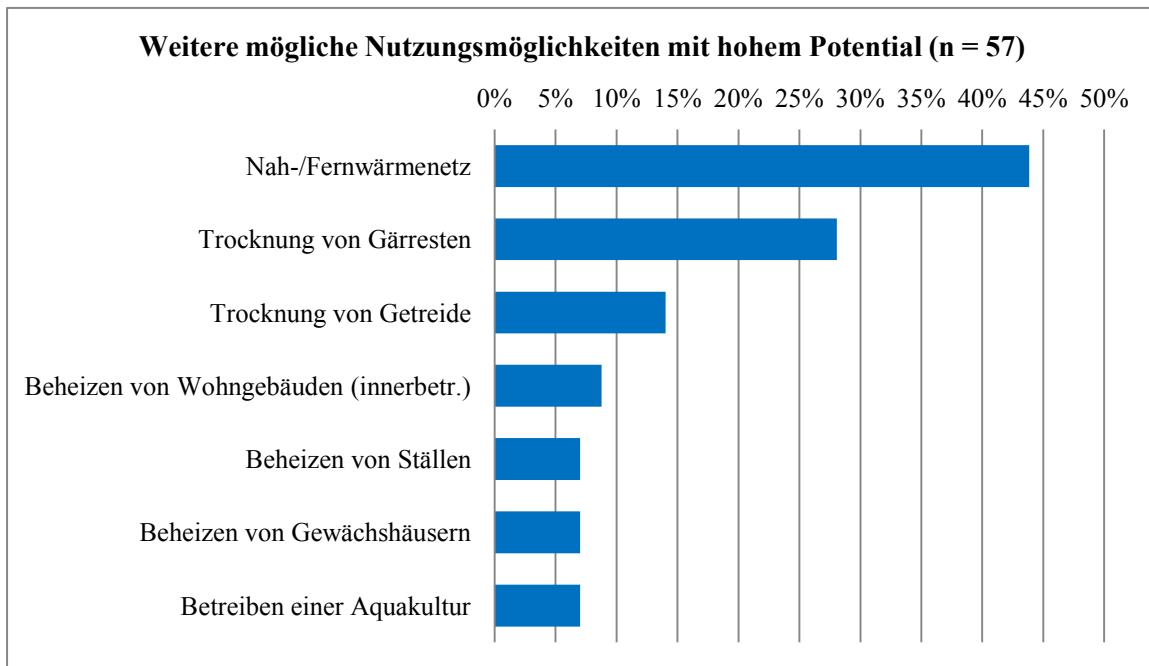


Abbildung 18: Weitere mögliche Nutzungsmöglichkeiten mit hohem Potential (n = 57)

Die Angaben über potentielle Nutzungsmöglichkeiten sind recht vielfältig. Insgesamt wurden 18 Optionen genannt. Das Betreiben eines Nah- / Fernwärmenetzes stellt für 25 Teilnehmer der Umfrage (43,9 %) ein interessantes Wärmekonzept für die Zukunft dar. Ebenfalls 25 Teilnehmer (43,9 %) sehen die Trocknung von Gütern als potentielle Nutzung für die auskoppelbare Wärme. Unter ihnen können sich 16 Anlagenleiter (28,1 %) die Trocknung von Gärresten, sowie acht (14 %) die Trocknung von Getreide an ihrem Standort vorstellen. Für 16 (28,1 %) der 79 Befragten ist das Beheizen landwirtschaftlicher Gebäude eine Option. Fünf von ihnen (8,8 %) sehen Potentiale im Beheizen von innerbetrieblichen Wohngebäuden und jeweils vier (7 %) im Beheizen von Gewächshäusern, Ställen oder im Betrieb einer Aquakultur (siehe Abbildung 18).

Fast drei Viertel aller Anlagenbetreiber (72,2 %) sehen Potential für (weitere) Abwärmenutzung. Allerdings gehen etwas mehr die Hälfte von ihnen (38 % aller Antworten) davon aus, dass es an ihrem jeweiligen Standort nur gering ist. Großes bzw. mittleres Potential sehen lediglich 27 Betreiber (34,2 %).

3.5 Keine Wärmenutzung

Nicht alle der 88 Teilnehmer der Umfrage nutzen die erzeugte Abwärme. 19 von ihnen (24,4 %) haben kein Nutzungskonzept. (siehe Abbildung 6).

3.5.1 Wärmenutzung geplant

Zum Zeitpunkt der Umfrage befanden sich sieben von 65 Anlagenbetreibern (10,8 %) in der Planungsphase für ein Wärmekonzept. Sechs Betreiber planen das Beheizen landwirtschaftlicher Gebäude, zwei das Trocknen von Gütern und einer den Betrieb eines Nah- / Fernwärmenetzes.

Drei erwarteten die Realisierung ihres Wärmenutzungskonzeptes im Jahre 2011, vier im Jahre 2012.

3.5.2 Keine Wärmenutzung

Lediglich zwölf von 88 Teilnehmern (13,6 %) der Umfrage haben kein Nutzungskonzept und planen auch keins. Sieben von ihnen machten zusätzlich Angaben zu ihren individuellen Gründen (siehe Abbildung 19).

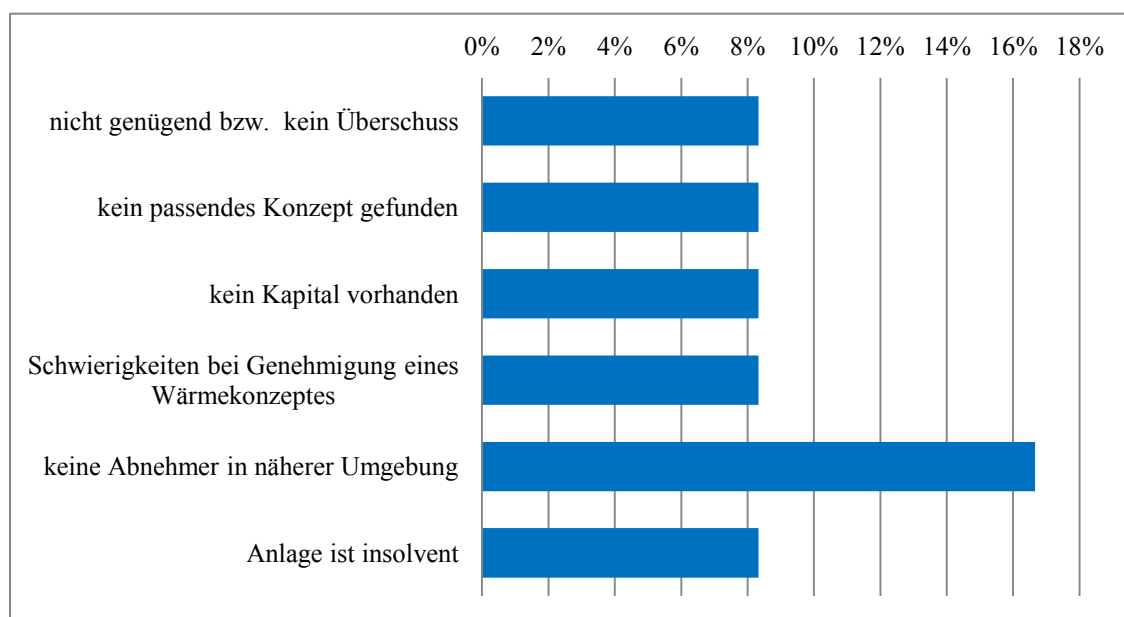


Abbildung 19: Warum wird die Wärme nicht genutzt? (n = 7)

3.6 Betriebswirtschaftliche Angaben

Die Einnahmen durch ein Wärmekonzept können stark variieren. Selbst die Höhe des KWK-Bonus schwankt von Anlage zu Anlage, da sie vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Wärmekonzeptes abhängt.

Den größten Einfluss hat aber die Art der Wärmenutzung.

3.6.1 Eigene Nutzung oder Verkauf der Wärme

Der Verkauf der Abwärme scheint auf den ersten Blick sehr einfach, bedarf allerdings eines passenden Abnehmers. Dieser muss in der nachgefragten Menge und im Zeitpunkt / Zeitraum

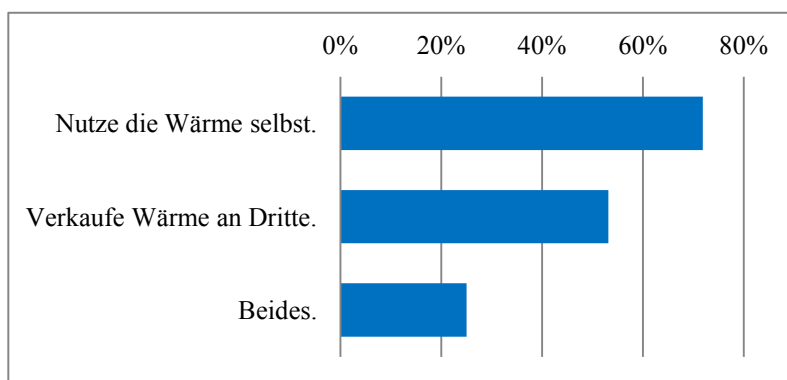


Abbildung 20: Sind Sie selbst Nutzer der Wärme? (n = 64)

der Abnahme zum jeweiligen BHKW passen.

In der Umfrage konnten 64 Antworten ausgewertet werden. 46 Anlagenbetreiber (71,9 %) gaben an, die Wärme selbst zu verwerten, 34 (53,1 %) verkaufen sie und 16 Betreiber (25,0 %) nutzen beide Optionen (siehe Abbildung 20).

3.6.2 Investitionskosten

Wird die Wärme selbst genutzt, muss in jedem Fall in ein Nutzungskonzept investiert werden. Die Höhe dieser Investition ist ein wichtiger Faktor, um die Wirtschaftlichkeit der Wärmenutzung zu ermitteln. 33 Anlagenbetreiber machten Angaben zu den Investitionskosten ihres Wärmekonzeptes. Durchschnittlich wurden 159.233 € investiert, die Spanne reicht von 5.000 € - 1.500.000 €.

3.6.3 KWK-Bonus

Mit der ersten Novellierung des EEG im Jahre 2004 wurde eine Vergütung für die Wärmenutzung („Kraft-Wärme-Kopplung“) in Form des KWK-Bonus eingeführt. Er betrug von 2004 bis 2008 2 ct / kWh_{th}. Im Jahre 2009 wurde die Vergütung für Biogasanlagen mit einer Leistung von weniger als 500 kW_{el} auf 3ct /kWh_{th} angehoben. Im Zuge der jüngsten Novellierung (2012) ging der KWK-Bonus schließlich in der Grundvergütung auf. Für die Vergütung des Stroms nach EEG wurde die Wärmenutzung zur Pflicht (Quelle: EEG 2000 / 2004 / 2009 / 2012).

50 von 52 Biogasanlagen mit einer Wärmenutzung (96,1 %) beanspruchen den KWK-Bonus (siehe Abbildung 21). Die Spanne der jährlich vergüteten Arbeit reicht von 123 MWh_{th} 6.000 MWh_{th} und beträgt im Durchschnitt 2.606 MWh_{th}.

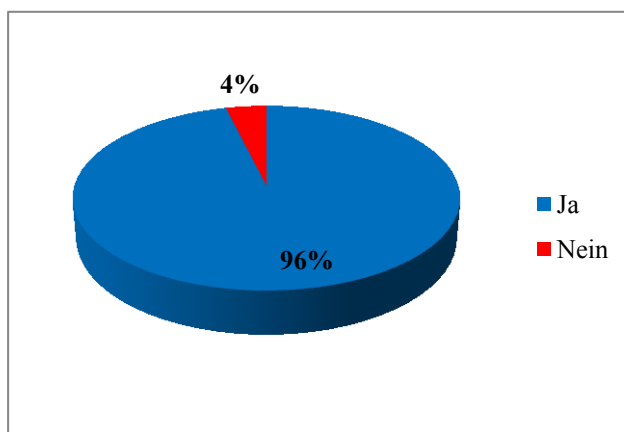


Abbildung 21: Wird der KWK-Bonus beansprucht? (n = 52)

3.6.4 Weitere Einnahmen durch Wärmenutzung

Um den wirtschaftlichen Nutzen eines Wärmekonzeptes zu bestimmen, müssen auch Einsparungen bzw. Einnahmen neben dem KWK-Bonus berücksichtigt werden. Wird z.B. der betriebseigene Hähnchenmaststall mit der Abwärme beheizt, müssen diese Einsparungen der Biogasanlage angerechnet werden.

Lediglich 11 von 59 Biogasanlagen (18,6 %) haben neben dem KWK-Bonus keine weiteren Einnahmen bzw. Einsparungen durch die Wärmenutzung (siehe Abbildung 22).

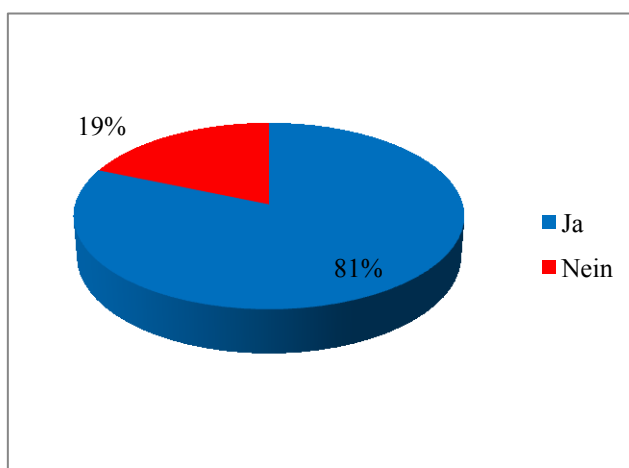


Abbildung 22: Ermöglicht das Wärmekonzept weitere Einnahmen bzw. Einsparungen? (n = 59)

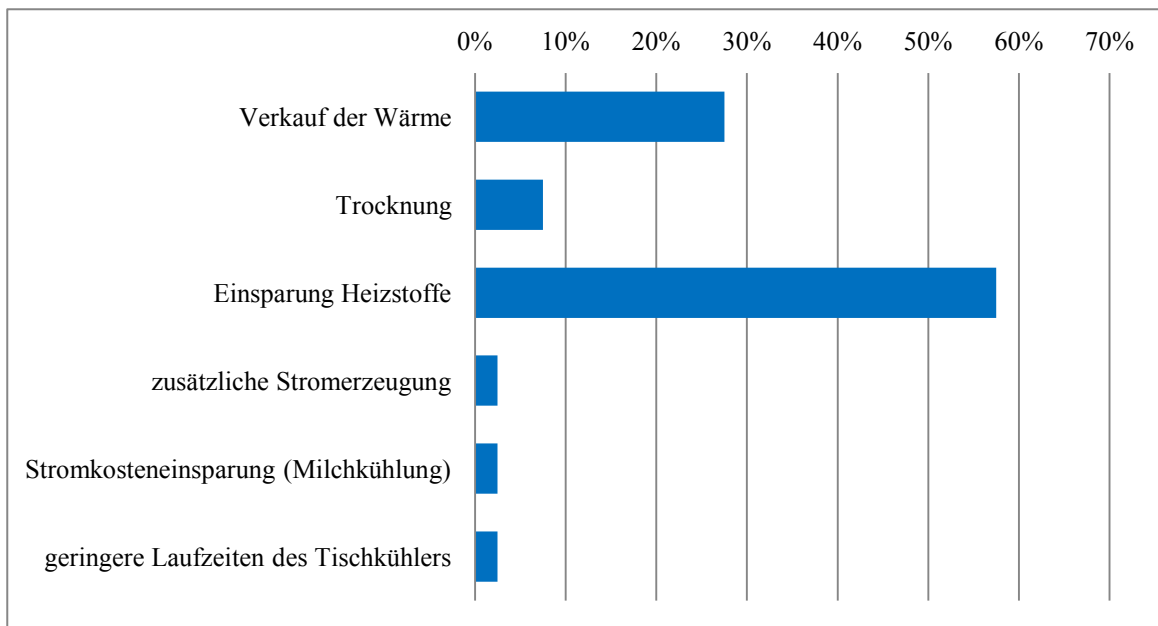


Abbildung 23: Einnahmen / Einsparungen (n = 40)

40 Anlagenbetreiber machten zusätzlich Angaben zur Herkunft der entsprechenden Einnahmen bzw. Einsparungen. Die meisten von ihnen (23 Nennungen; 57,5 %) reduzieren den Bedarf an Heizstoffen, weitere elf (27,5 %) generieren Einnahmen aus dem Verkauf der Wärme (siehe Abbildung 23).

Die durchschnittlichen jährlichen Erlöse bzw. Einsparungen aus der Abwärmenutzung belaufen sich auf 39.060,00 € (n = 25). Eine detailliertere Aufschlüsselung gestaltet sich als schwierig, da nur wenige Teilnehmer der Umfrage genauere Angaben machten. Die durchschnittlichen jährlichen Erlöse bzw. Einsparungen je kWh betragen 2,25 ct / kWh_{th}, jedoch gaben lediglich sechs Anlagenbetreiber Auskünfte zu diesem Wert.

4 Ökonomische Analyse der gewonnenen Daten

Mit Hilfe der gewonnenen Daten konnten Berechnungen zur ökonomischen Bewertung der einzelnen Wärmenutzungskonzepte getätigt werden.

4.1 Korrigierte Ausnutzung der Wärme

Die Teilnehmer der Umfrage gaben an, durchschnittlich 43 % der anfallenden Wärme zu nutzen. Lässt man alle Biogasanlagen ohne Wärmekonzept außer Acht, sind es 59,1 %. Diese Angaben sind überschätzt. Berechnet man unter Verwendung der Angaben zur installierten thermischen Leistung und der vergüteten MWh_{th} , beträgt der durchschnittliche Anteil der Wärmenutzung lediglich 13,3 %. Bei ausschließlicher Betrachtung aller Biogasanlagen mit Wärmekonzept sind es 33,9 %.

4.2 Relative Betrachtung der Abwärmenutzung

Um die Bewertung der Abwärmenutzung objektiv und unabhängig von der Größe der Biogasanlage zu beurteilen, bedarf es einer relativen Betrachtung, bezogen auf die installierte elektrische Leistung (in kW_{el}).

Die Investitionskosten in ein Wärmekonzept sind nicht nur hinsichtlich des benötigten Kapitals ein wichtiger Einflussfaktor. Sie beeinflussen auch die Wirtschaftlichkeit der Abwärmenutzung.

Betrachtet wurden hier 24 Teilnehmer der Umfrage. Die Investitionskosten belaufen sich auf durchschnittlich 205,73 € / kW_{el} (maximal: 660 € / minimal 8,33 €).

Ist also die Investition in ein Wärmekonzept wirtschaftlich? Um diese Frage für die Gesamtheit der in diesem Bezug ausgewerteten Fragebögen zu beantworten, wurde im Verlauf des Projekts eine Grafik erstellt (siehe Abbildung 24; Quelle: C. Fuchs 2011). Sie zeigt, ob und in welchem Maße die Wärmenutzung, bzw. die Investition darin, für die Anlagenbetreiber wirtschaftlich ist. Als Nutzenschwelle („*Break Even*“) wurde hier eine

ganzjährige Auskopplung von 70 % der anfallenden Wärme gesetzt (rote Linie in Abbildung 24).

Der Faktor „*KWK-Bonus in MWh_{th} / installierte kW_{el}*“ gibt an, wie viele MWh_{th} einem Anlagenbetreiber pro installierte kW_{el} durch den KWK-Bonus vergütet werden. Er beträgt durchschnittlich 2,8 MWh_{th} / kW_{el}.

Die erstellte Variable „*KWK-Bonus - Äquivalent*“ in MWh_{th} zeigt alle sonstigen Einnahmen (bzw. Einsparungen) je kW_{el} installierte Leistung relativiert auf die jeweilige Höhe des KWK-Bonus (2 ct / 3 ct je kWh). Sie beträgt im Durchschnitt 2,4 MWh_{th} / kW_{el}.

Wird der „*KWK-Bonus in MWh_{th} / installierte kW_{el}*“ mit dem „*KWK-Bonus - Äquivalent*“ addiert, ergibt sich die gesamte vergütete Energiemenge je kW_{el} installierte Leistung auf Niveau des jeweiligen KWK-Bonus. Sie beträgt durchschnittlich 4,6 MWh_{th} / kW_{el}.

Für Anlagen, die nicht genügend Wärme verwerten können, bzw. deren Wärmenutzung im Bezug zu den Investitionskosten zu gering vergütet wird, ist die Investition in ein Wärmekonzept nicht wirtschaftlich. Sie finden sich in der Grafik (Abbildung 22) unterhalb der Nutzenschwelle; es sind lediglich vier von 26 (15,4 %).

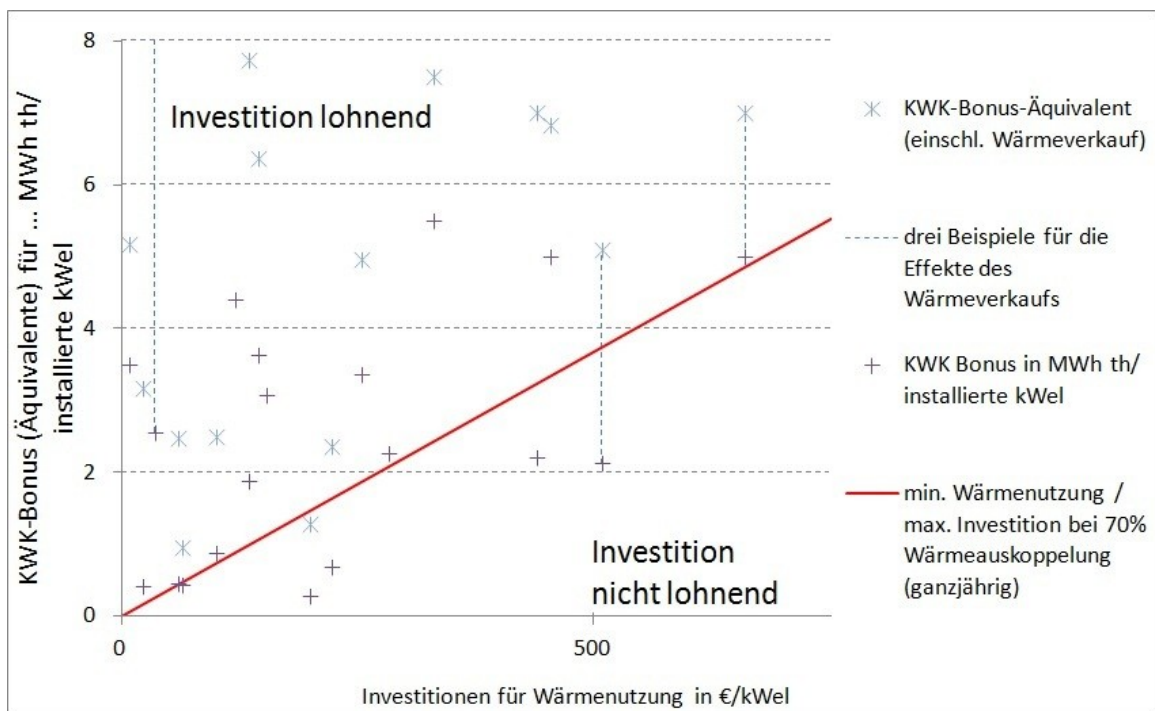


Abbildung 24: Ökonomische Analyse bestehender Wärmekonzepte

5 Gesamtergebnis und Fazit

Diese Auswertung einer Umfrage gibt einen Überblick über Abwärmenutzung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern. Neben allgemeinen Angaben (z.B. zu den eingesetzten Substraten) wurden Art, Umfang und Potential der Abwärmenutzung beschrieben. Desweiteren wurden bestehende Konzepte hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit analysiert.

Die wichtigste Erkenntnis dieser Untersuchung ist, dass die auskoppelbare Abwärme vom Gros der Anlagenbetreiber (77,3 %) genutzt wird. Allerdings ist die Wärmeausbeute der einzelnen Anlagen noch zu gering. Im Mittel nutzen alle Anlagenbetreiber mit Wärmenutzungskonzept nur 33,9 % der anfallenden Wärme; betrachtet man alle Biogasanlagen, so sind es nur 13,3 %. Hier besteht in den Betrieben noch Bedarf zur Optimierung.

Die ökonomische Analyse ergab, dass der Großteil der bestehenden Wärmekonzepte (84,6 %) im erstellten Modell über der Nutzenschwelle arbeitet. Jedoch gibt es auch hier teilweise Verbesserungsmöglichkeiten.

Keines der erfassten Nutzungskonzepte kann uneingeschränkt empfohlen werden. Die Wahl der Nutzung muss sich stark am jeweiligen Standort mit seinen Gegebenheiten orientieren. Jedoch muss immer der wirtschaftliche Nutzen vorhanden sein. „Alibi-Konzepte“ sind oft nicht gewinnbringend. Auch muss die Höhe der nötigen Investition zur verwertbaren Wärmemenge passen.

Rund zwei Drittel der Teilnehmer der Umfrage sehen kein bzw. nur geringes Potential für (weitere) Abwärmenutzung an ihrem Standort. Hier müssen Lösungen geschaffen werden. Ein Ansatz kann unter Umständen der Betrieb einer ORC-Anlage („*Organic Rankine Cycle*“) sein. Sie produziert aus der anfallenden Wärme zusätzlichen Strom, der ins vorhandene Netz eingespeist werden kann. Damit wird der Gesamtwirkungsgrad der Stromerzeugung gesteigert. Allerdings ist der Wirkungsgrad mit 15 -17 % (Quelle: Below, R. - Optimierung der Wärmenutzung von Biogasanlagen (2012)) recht gering und die Anschaffungskosten recht hoch.

Saisonale Schwankungen in der Bereitstellung der Wärme und ihrer Verwertung sollten möglichst vermieden werden. Das Wärmekonzept muss einerseits den Überschuss der Wärme möglichst ganzjährig abnehmen können. Andererseits sollte es nicht zu groß dimensioniert sein, sodass möglichst wenig (teure) Energie zugekauft werden muss. Hier eignet sich am besten ein konstanter Abnehmer (z.B. Stadtwerke) oder eine Kombination

aus mehreren Konzepten (z.B. Beheizung von Ställen im Winter und Trocknung von Getreide im Sommer).

Besonders positiv zu bewerten ist, dass fast drei Viertel (72,6 %) der Anlagenbetreiber mit ihrem Wärmekonzept „zufrieden“ oder „sehr zufrieden“ sind.

6 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit ergreifen, mich bei allen Landwirten zu bedanken, die an der Umfrage teilgenommen haben. Ihre Antworten machten diese Untersuchung erst möglich.

Auch möchte ich Herrn Fuchs und Herrn Kasten für die hilfreichen Diskussionen und den Ideen zur Erstellung und Auswertung des Fragebogens danken.

Meinen Eltern und allen Mitarbeitern der Auhof Agrar GmbH gebührt besondere Ehre. Sie unterstützten und entlasteten mich häufig während der Entstehung dieser Thesis.

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

- 1) Betreiberangaben aus Forschungsprojekt Hochschule Neubrandenburg
FUCHS, C.; KASTEN, J.; BLANKEN, J.; BELOW, R. 2011
- 2) FUCHS, C.; KASTEN, J.; BLANKEN, J.; BELOW, R. (Hochschule Neubrandenburg Fachbereich Agrarwirtschaft): Ökonomische Beurteilung von Wärmenutzungskonzepten für Biogasanlagen in Mecklenburg Vorpommern, 2011
- 3) BELOW, R. (2012) Optimierung der Wärmenutzung von Biogasanlagen - Fünf Praxisbeispiele und Empfehlungen aus der Region Vorpommern -

Internetquellen

- 1) <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/entwicklung-biogasanlagen.html>
Zugriff: 20.12.2011
- 2) http://www.regierung-mv.de/cms2/Regierungsportal_prod/Regierungsportal/de/wm/Themen/Immissionsschutz/Biomasseanlagen_in_Mecklenburg-Vorpommern/index.jsp
Zugriff: 14.03.2011
- 3) <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg/gesamt.pdf>
Zugriff: 03.01.2012
- 4) <http://www.energie21.net/resources/EEG2004.pdf>
Zugriff: 03.01.2012
- 5) http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg_2009/gesamt.pdf
Zugriff: 03.01.2012
- 6) http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf
Zugriff: 03.01.2012
- 7) <https://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/LandForstwirtschaft/ViehbestandTierischeErzeugung/ViehbestandtierischeErzeugung2030400107004.property=file.pdf>
Zugriff: 28.02.2012

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Jochen Blanken (Matrikelnummer: 345908), erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als die der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht weiter veröffentlicht. Ich bin damit einverstanden, dass meine Bachelorarbeit in der Hochschulbibliothek eingestellt und damit der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Ort, Datum

Unterschrift

Ganschendorf, 13.03.2012

Anhang

Dem Anhang dieser Thesis sind der durchgeführte Fragebogen und das dazugehörige Anschreiben beigelegt.

Befragung zu “Wärmenutzungskonzepten für Biogasanlagen“

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Rahmen eines Forschungsprojektes der Hochschule Neubrandenburg untersuchen wir Wärmenutzungskonzepte von Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern. Zurzeit sind ca. 180 Biogasanlagen in Mecklenburg-Vorpommern in Betrieb, wobei die meisten Anlagen ihre Abwärme bisher kaum nutzen. Ziel des Forschungsprojektes ist eine Analyse der aktuellen Situation der Wärmenutzungskonzepte. Aus den Ergebnissen sollen dann Empfehlungen für eine bessere Nutzung abgeleitet werden.

Für das Gelingen des Projektes sind wir auf Ihre Hilfe angewiesen. Darum bitten wir Sie, den anbei liegenden Fragebogen auszufüllen und im beiliegenden Freiumschlag zurück zu senden. Einige Betriebe sollen persönlich befragt werden. Dazu erbitten wir Ihr Einverständnis am Ende des Fragebogens.

Da uns nur eine relativ kurze Zeit zur Auswertung der Fragebögen zur Verfügung steht, bitten wir diese bis spätestens zum **15. Mai 2011** zurück zusenden. Ihre Angaben werden selbstverständlich anonym und unter Einhaltung der Datenschutzbestimmungen ausgewertet. Sollten Sie am Ergebnis des Projektes interessiert sein, schicken wir Ihnen dieses gerne zu.

Für Ihre Mühe möchten wir uns schon im Voraus recht herzlich bedanken.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Clemens Fuchs

Anhang: Fragebogen, Freiumschlag

Fragebogen zu Wärmenutzungskonzepten für Biogasanlagen

1. Über welche elektrische bzw. thermische Leistung verfügt/verfügen Ihr/Ihre BHKW (ggf. begrenzte Leistung)?

Anzahl BHKW: ____ mit insgesamt _____ kW elektrischer Leistung
_____ kW thermischer Leistung

2. In welchem Jahr ging Ihre Biogasanlage zum ersten Mal ans Netz?

3. Soll die Biogasanlage vergrößert oder eine weitere Anlage gebaut werden?

ja nein

Falls „ja“: Wann und mit welcher Leistung?

4. Welche Substrate setzen Sie ein?

5. Nutzen Sie die anfallende Wärme?

- ja (weiter mit Frage 6-14 & 17)
 nein, es ist aber geplant (weiter mit Frage 15 & 17)
 nein (weiter mit Frage 16-17)

Falls Sie Frage 5 mit „ja“ beantwortet haben:

6. Seit wann nutzen Sie die Wärme?

7. Wie wird die anfallende Wärme genutzt?

- Beheizung von _____
 Trocknung von _____
 Aquakultur
 Nah-/Fernwärmenetz
 sonstiges: _____

8. Wie hoch ist der Anteil der thermischen Leistung, den sie verwerten können?

- 0-20% 20-40% 40-60%
- 60-80% 80-100%

9. Sind Sie selbst Nutzer der Wärme?

- Ja, ich nutze die Wärme selbst.
- Nein, ich verkaufe die Wärme an Dritte.

Falls „ja“: Wie hoch waren Ihre Investitionskosten in das Wärmekonzept?

_____ €

10. Ermöglicht Ihnen Ihr Wärmekonzept die Beanspruchung des KWK-Bonus?

- ja nein

Für wie viele Kilowattstunden thermischer Leistung wird Ihnen der KWK-Bonus vergütet?

_____ kWh

11. Bringt Ihnen Ihr Wärmekonzept neben dem KWK-Bonus noch weitere Einnahmen oder Einsparungen?

- ja nein

Falls ja, welche und in welcher Höhe?

Erlös / Einsparung je kWh: _____

Erlöse / Einsparungen gesamt: _____

12. Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Wärmekonzept?

- sehr zufrieden
- zufrieden
- neutral
- unzufrieden
- sehr unzufrieden

Warum?

13. Sehen Sie Verbesserungsmöglichkeiten an Ihrem Wärmekonzept, wenn ja welche?

- ja nein

14. Die Verfügbarkeit der Abwärme unterliegt i.d.R. saisonalen Schwankungen. Stellt das für Ihr Wärmekonzept ein Problem dar?

ja bedingt nein

Zu wie viel Prozent wird der Wärmebedarf Ihres Wärmekonzeptes durch die Abwärme Ihres BHKWs gedeckt?

im Sommer: _____ %

im Winter: _____ %

im Jahresdurchschnitt: _____ %

15. Falls Sie Frage 5 mit „nein, es ist aber geplant“ beantwortet haben:

Was für ein Wärmekonzept planen Sie? Wie soll die Wärme genutzt werden?

Wann werden Sie Ihr geplantes Wärmekonzept realisieren können?

Wie hoch werden die Investitionskosten voraussichtlich sein?

_____ €

Wie hoch wird der Wärmebedarf Ihres geplanten Wärmekonzeptes voraussichtlich sein?

_____ kWh

Wie hoch ist der erwartete Gewinn bzw. die erwartete Einsparung?

je kWh: _____ €

gesamt: _____ €

16. Falls Sie Frage 5 mit „nein“ beantwortet haben:

Warum nutzen Sie die Abwärme nicht bzw. planen nicht die Nutzung?

