

Technik zur Nachverstromung von BHKW-Wärme



www.biogas-forum-bayern.de/bif24

Biogas Forum Bayern, Verfasser:

Dr. Falko Stockmann
C.A.R.M.E.N. e.V.

Daniel Starflinger
AWN GmbH

Beate Niehoff
2G Energietechnik

Rainer Kissel
Bayerische Landesanstalt
für Landwirtschaft

Foren der ALB Bayern e.V.

Die ALB ist neutral und handelt als Mittler und Bindeglied zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Forschung, Umwelt, staatlicher Verwaltung, Gewerbe und Industrie.

Arbeitsblätter, Beratungsblätter, Praxisblätter, Infobriefe, Leitfäden und Fachinformationen werden in den Foren der ALB erarbeitet.

Die Foren, denen Fachleute der jeweiligen Sachgebiete angehören, sind Expertenausschüsse zum Informationsaustausch und zur Wissensvermittlung.

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum Bayern (LaF),
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL-ILT

Förderer



Bayerisches Staatministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Impressum

Herausgeber Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
 (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon: 08161 / 887-0078
Telefax: 08161 / 887-3957
E-Mail: info@alb-bayern.de
Internet: www.alb-bayern.de

1. Auflage Juni 2021
© ALB Alle Rechte vorbehalten
Titelfoto AWN GmbH

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Einleitung	4
2.	Förderung und rechtliche Grundlagen	4
3.	Verfahrensbeschreibung und Stand der Technik	6
3.1	Technologien	7
3.1.1	CRC-Technologie	7
3.1.2	ORC-Technologie	9
3.2	Teillastfähigkeit / Auslastung NV-Anlage	10
3.3	Hinweise zum Nutzungsgrad	11
4.	Fazit	12

1. Einleitung

Aggregate zur „Nachverstromung“ (NV) wandeln einen Anteil der BHKW-Wärme in elektrische Energie um und steigern so den elektrischen Nutzungsgrad. Für Biogasanlagen, bei denen sich eine effektive Abwärmenutzung schwierig gestaltet, kann die NV von entscheidender Bedeutung sein, um den Mindestnutzungsgrad für die BHKW-Wärme nach EEG zu erreichen. Das vorliegende Papier soll einen Überblick geben, welche technischen Lösungen für die NV derzeit zur Verfügung stehen.

Vorab werden kurz die wichtigsten rechtlichen Vorgaben für NV-Anlagen erwähnt. Für eine ausführliche Darstellung der rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekte der NV wird auf die Fachinformation „Nachverstromung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen – EEG und Wirtschaftlichkeit“ verwiesen.

2. Förderung und rechtliche Grundlagen

KWK-Bonus und Stromkennzahl

Auf die in den NV-Prozess eingespeiste BHKW-Wärme wird kein KWK-Bonus gewährt. Von der NV-Anlage zur weiteren Nutzung abgegebene thermische Energie, zum Beispiel zur Einspeisung in ein Wärmenetz wird jedoch wiederum mit dem KWK-Bonus vergütet.

Gleichzeitig verändert der Betrieb einer NV-Einheit die Stromkennzahl der Anlage. Da die Stromkennzahl in die Berechnung des KWK-Bonus einfließt, kann sich hierdurch auch die Höhe des KWK-Bonus und der EEG-Vergütung verändern. Daher sind folgende rechtliche Vorgaben zu beachten:

- ▶ Gemäß Anlage 3 II zum EEG 2009 muss jährlich ein Gutachten nach den Vorgaben des AGFW-Regelwerk FW 308 erstellt werden, welches die jeweilige anzusetzende Stromkennzahl nachweist.

Bundeförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft

NV-Anlagen sind in Kombination mit EEG-Biogasanlagen über das Förderprogramm „Bundeförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“ förderfähig. Hierbei gilt es allerdings zu beachten, dass für den Strom der NV-

- ▶ Alternativ können auch geeignete Unterlagen des Herstellers über die Stromkennzahl (Datenblatt der Anlage) herangezogen werden. Dies ist aber nur möglich, wenn die elektrische Nennleistung unter 2 MW liegt und es sich um eine serienmäßige Anlage handelt.

Eine jährliche Berechnung nach dem AGFW-Regelwerk FW 308 ist meist aufwändig und teuer. Betroffenen Anlagenbetreibern wird daher empfohlen, vom Hersteller eine gleichwertige Berechnung oder ein Datenblatt zur Gesamtanlage aus BHKW und NV einzufordern. Kann dies der Hersteller nicht leisten, sollte mit dem Netzbetreiber geklärt werden, wie der Nachweis der Stromkennzahl alternativ geführt werden kann.

Anlage keine Einspeisevergütung in Anspruch genommen werden darf. Der mittels NV-Anlage erzeugte Strom kann jedoch zur Deckung des Eigenstrombedarfs eingesetzt werden.

Technologiebonus

Wird der Strom der NV-Anlage in das öffentliche Netz eingespeist, wird dieser zu den gegebenen Vergütungssätzen der Biogasanlage inkl. aller Boni vergütet. Darüber hinaus wird der Strom der NV-Anlage mit einem Technologiebonus von 2 Ct je Kilowattstunde vergütet (nur bei Inbetriebnahme der Biogasanlage vor 01.01.2012). In Anlehnung an das Urteil vom Landgericht Kassel vom 04.09.2019

(Aktenzeichen: 4 O 1049/17) kann unter bestimmten Voraussetzungen der Technologiebonus sogar auf den Gesamtstrom (BHKW + NV-Anlage) angesetzt werden, sofern es sich um eine integrierte NV-Anlage handelt. In der Praxis wird dies jedoch von den einzelnen Verteilnetzbetreibern unterschiedlich gehandhabt und sollte deshalb im Vorfeld abgeklärt werden.

Einfluss der Höchstbemessungsleistung

Die Höchstbemessungsleistung einer Biogasanlage wird durch die Installation einer NV-Anlage nicht verändert. Wird bereits vor Inbetriebnahme der NV-Anlage die Höchstbemessungsleistung voll ausgeschöpft, kann deshalb der Strom der NV-Anlage nicht zusätzlich nach EEG einge-

speist und vergütet werden. In diesem Fall wäre es eine Option, den mit der NV-Anlage erzeugten Strom zur Deckung des Eigenstrombedarfs einzusetzen oder die Einsatzstoffmenge bei gleichbleibender Stromlieferung zu reduzieren, was zu Kostensenkungen führen kann.

Kaminhöhe

Falls durch den Einbau einer NV-Anlage eine relevante Verringerung der Abgastemperatur

verursacht wird, ist zu prüfen, ob eine Erhöhung des Abgaskamines erforderlich ist.

44. BImSchV

Wenn die Nachrüstung eines bestehenden Motors im Anwendungsbereich der 44. BImSchV (Feuerungswärmeleistung (FWL) > 1 MW) mit einer NV geplant wird, sollte vorab geprüft werden, ob eine emissionsrelevante Änderung der bestehenden Motoranlage im Sinne der 44. BImSchV vorliegt. Wenn dies der Fall ist, muss diese vor ihrer Durchführung der zuständigen

Behörde angezeigt werden und eine Emissionsmessung spätestens vier Monate nach der Umrüstung durch den Betreiber veranlasst werden. Nach bisherigem Kenntnisstand gab es im Praxisvollzug der bayrischen Behörden allerdings keine Bedenken, dass die Nachrüstung einer NV zur emissionsrelevanten Änderung führt.

Anlagenzertifikat

Aufgrund der Technischen Anschlussregel Mittelspannung (VDE-AR-N 4110) wird bei jeder Anlagenerweiterung grundsätzlich die Erstellung eines neuen Anlagenzertifikats oder die Anpassung eines bestehenden Anlagenzertifikats (sofern bereits vorhanden) gefordert. Hierbei sind folgende Ausnahmeregelungen zu beachten.

Ausnahme 1: CRC/ORC-Anlage < 30 kW

Wenn im Soll-Zustand (Bestandsanlage inkl. neue Erzeugungseinheit) die Summenleistung einzelner Generatortypen unter 30 kW bleibt, darf eine Mittelspannungsanlage (z.B. Biogasanlage) um eine neue Erzeugungseinheit (z.B. CRC, ORC) nach Anwendung der Regeln für Erzeugungsanlagen

am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105) erweitert werden. Dadurch kann u.a. auf die Erstellung eines neuen bzw. die Anpassung eines bestehenden Anlagezertifikats verzichtet werden. Ob die Ausnahmeregelung zutrifft, hängt also einerseits von der bestehenden Anlagenkonstellation, andererseits vom Typ der neuen Erzeugungseinheit ab. Bei NV-Anlagen (Generator-Wirkleistung < 30 kW) mit direkt gekoppeltem Asynchrongenerator trifft die Ausnahmeregelung dann zu, wenn im Soll-Zustand die Summe aller direkt gekoppelten Asynchrongeneratoren unter 30 kW bleibt. Da viele BHKW Synchrongeneratoren besitzen, kann die Regelung für Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105) unter Berücksichtigung der 30 kW-Grenzen bei den meisten Biogasanlagen angewendet werden.

Ausnahme 2: 5 %-Grenze

Im Allgemeinen sieht die VDE-AR-N 4110 eine Ausnahme für geringfügige Leistungsänderungen vor. Wird eine bestehende Erzeugungsanlage mit einem bereits vorliegenden Anlagenzertifikat und einer maximalen Anschlussleistung von 950 kW erweitert, kommt es auf den Umfang der Leistungserhöhung an. Beträgt dieser maximal 5 % der bereits installierten und im Anlagenzertifikat ausgewiesenen Wirkleistung, ist kein neues Anlagenzertifikat erforderlich. Liegt jedoch noch kein Anlagenzertifikat für die Biogasanlage vor oder beträgt die aktuelle Anschlussleistung mehr als 950 kW, ist auch bei einer Leistungserhöhung < 5 % eine Anlagenzertifizierung erforderlich.

3. Verfahrensbeschreibung und Stand der Technik

Bei einer Anlage zur NV wird ein Teil der Energieverluste (d.h. des Abwärmestroms) des BHKW in elektrische Energie umgewandelt, so

dass der elektrische Wirkungsgrad des Gesamtsystems ansteigt.

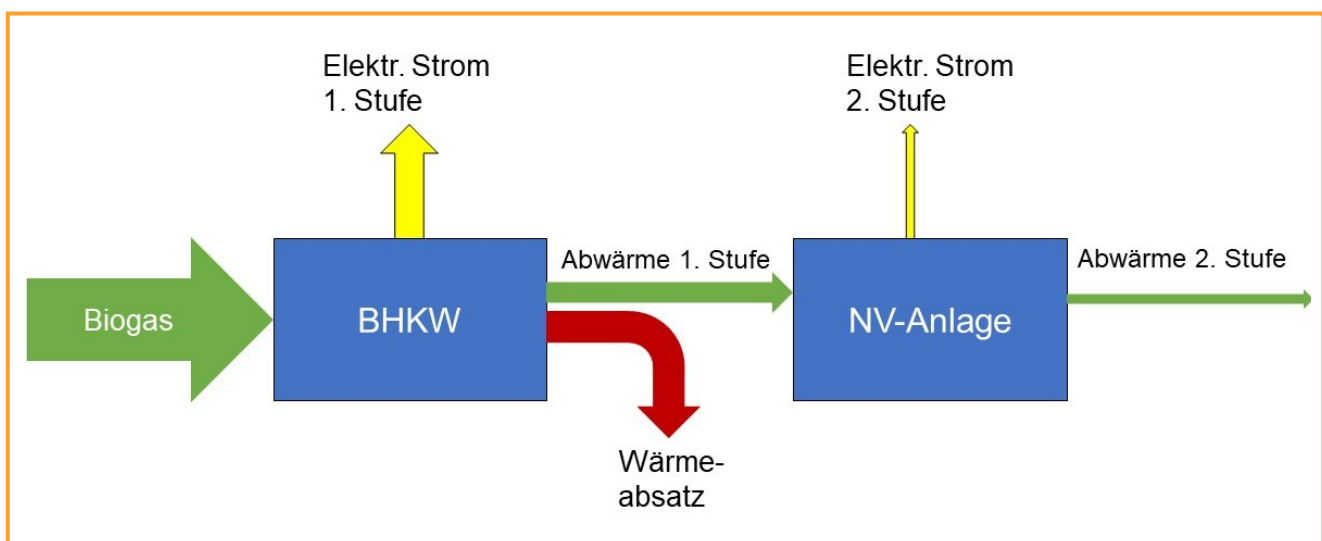


Abbildung 1: Fließschema einer zweistufigen Verstromung mit NV-Anlage (Quelle: M. Effenberger, LfL)

3.1 Technologien

Eine NV kann auf zwei Arten durchgeführt werden:

- ▶ Nutzung der Bewegungsenergie des Abgasstroms: Abgasturbine
- ▶ Nutzung der BHKW-Abwärme: Stirlingmotor, Heißluftturbine, Dampfmotor (CRC, ORC)

Nach Auskunft von Herstellern kommen Abgasturbinen aktuell nicht mehr zum Einsatz, da sie die Vorgaben der vormaligen Mittelspannungsrichtlinie und jetzigen VDE-Anwendungsnormen nur mit sehr großem Aufwand erfüllen können. Das heute meist eingesetzte Verfahren zur Nutzung der Abwärme funktioniert nach dem Prinzip des thermodynamischen Kreisprozesses: Über einen Verdampfer wird die Abwärme auf das NV-System übertragen. Je nach Technik erfolgt die Wärmeübertragung über einen Zwischenkreis oder durch Direktverdampfung des Arbeitsmediums. Die vom Abgas an die NV-Anlage übertragene Wärme führt dazu, dass das darin enthaltene Arbeitsmedium stark expandiert, wodurch sich ein hoher Druck aufbaut. Das unter Druck stehende Arbeitsmedium wird dann über einen Expander (Motor oder Turbine) entspannt, wodurch ein Generator in Bewegung versetzt wird und die Bewegungsenergie in Strom umwandelt. Nach dem Expander wird das Medium durch Kühlung mittels Kondensator wieder verflüssigt. Die dabei freiwerdende Kondensationswärme kann als Nutzwärme in ein Wärmenetz eingeleitet werden. Je nach System sind Vorlauftemperaturen bis ca. 95 °C realisierbar.

3.1.1 CRC-Technologie

Die CRC-Technik nutzt als Arbeitsmedium destilliertes Wasser, welches durch Direktverdampfung über ein oder mehrere Verdampfer-Modul(e) in überhitzten Wasserdampf umgewandelt wird. Das System arbeitet bei hohen Abgastemperaturen (400 – 600 °C) und wird somit der HT-NV zugeordnet.

Der Vorteil der CRC-Technik ist, dass die bei der Kondensation anfallende Wärme wiederum bei hohen Temperaturen zur Verfügung gestellt

Abgasturbinen werden aus den oben genannten Gründen nicht mehr angeboten. Bestehende Anlagen genießen jedoch Bestandsschutz. Stirling-Motoren zur NV spielen derzeit in der Biogastechnologie keine Rolle, da der vergleichsweise geringe elektrische Nutzungsgrad den hohen Aufwand nicht rechtfertigt. Aufgrund ihrer geringen Bedeutung werden beide Technologien an dieser Stelle nicht näher beschrieben.

Andere Verfahren zur Nutzung der BHKW-Abwärme sind dagegen verbreitet und können auch kombiniert werden. Beispielsweise kann das heißere Abgas zunächst mittels Dampfmotor in einem CRC- oder SRC-Prozess (Clausius-Rankine-Cycle bzw. Steam-Rankine-Cycle) verstromt und anschließend auf niedrigerem Temperaturniveau ein ORC-Prozess (Organic-Rankine-Cycle) angetrieben werden. Dabei spricht man von Hochtemperatur (HT)-Nutzung, wenn vorrangig das heißere Abgas (ca. 300 bis 500 °C) direkt oder über einen Heißwasserkreislauf auf den NV-Prozess übertragen wird, und von Niedertemperatur (NT)-Nutzung, wenn die Motorblockwärme verwendet wird, deren Temperaturniveau bei nur ca. 90 °C liegt. Abgas- und Motorblockwärme können zusammengeführt oder getrennt genutzt werden, wobei die einzelnen Wärmequellen zu- bzw. abgeschaltet werden können. Aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen stellt die kombinierte Nutzung allerdings eine technische Herausforderung dar.

wird. Darüber hinaus ist die CRC-Technik für die Umwelt völlig unbedenklich, da im Falle einer Havarie nur destilliertes Wasser austreten kann.

Die Technik zählt zu den integrierten NV-Anlagen, da das Verdampfer-Modul direkt in den Abgasstrang des BHKW eingebunden wird. Mittels Direktdampf-Erzeugung wird die thermische Energie des Abgases - ohne Zwischenkreis - in das CRC-System übertragen, wodurch Um-

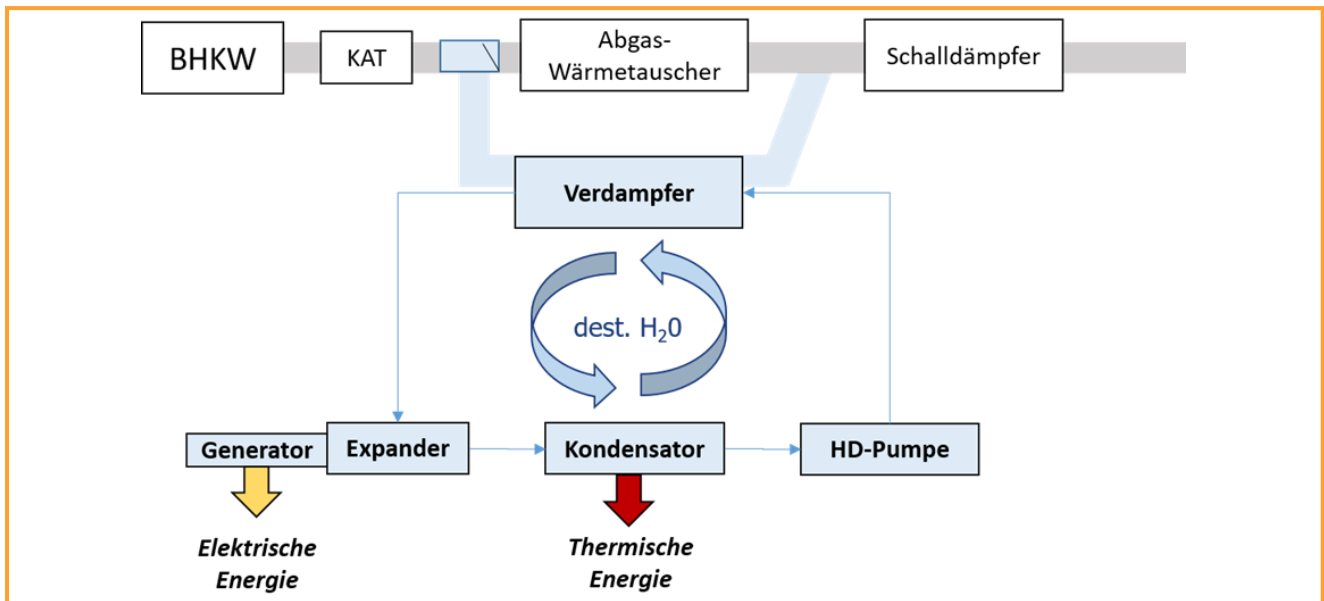


Abbildung 2: Einzelnes BHKW mit integriertem Verdampfer-Modul (Quelle: AWN GmbH)

wandlungsverluste vermindert werden. Mit dem CRC-System können bis zu vier BHKW mit einer NV-Anlage verbunden werden. Die Darstellung in Abbildung 3 zeigt die Einbindung von zwei Blockheizkraftwerken auf.

Bei der CRC-Technik wird der Abgasstrom meist über einen Bypass den Verdampfern zugeführt. Der Abgaswärmetauscher (AWT) wird dadurch redundant, kann aber bei Bedarf zugeschaltet werden. Aufgrund des großen thermischen Energiestroms, welcher über den Kondensator der CRC-NV-Anlage zur Verfügung gestellt wird,

findet ein Umschalten auf AWT-Betrieb in der Praxis nur selten statt. Wegen der hohen Tau- und Siedetemperatur des Arbeitsmediums (destilliertes Wasser: Siedepunkt ca. 100 °C), kann die thermische Energie mittels Kondensator bei Temperaturen bis zu ca. 95 °C bereitgestellt werden. Dadurch lässt sich das System auch gut mit einer Trocknungsanlage kombinieren, bei der meist thermische Energie bei hohen Temperaturen benötigt wird. Die über die Motorkühlung im BHKW anfallende thermische Energie wird von der CRC-Anlage nicht beeinflusst und bleibt stets vollumfänglich nutzbar.

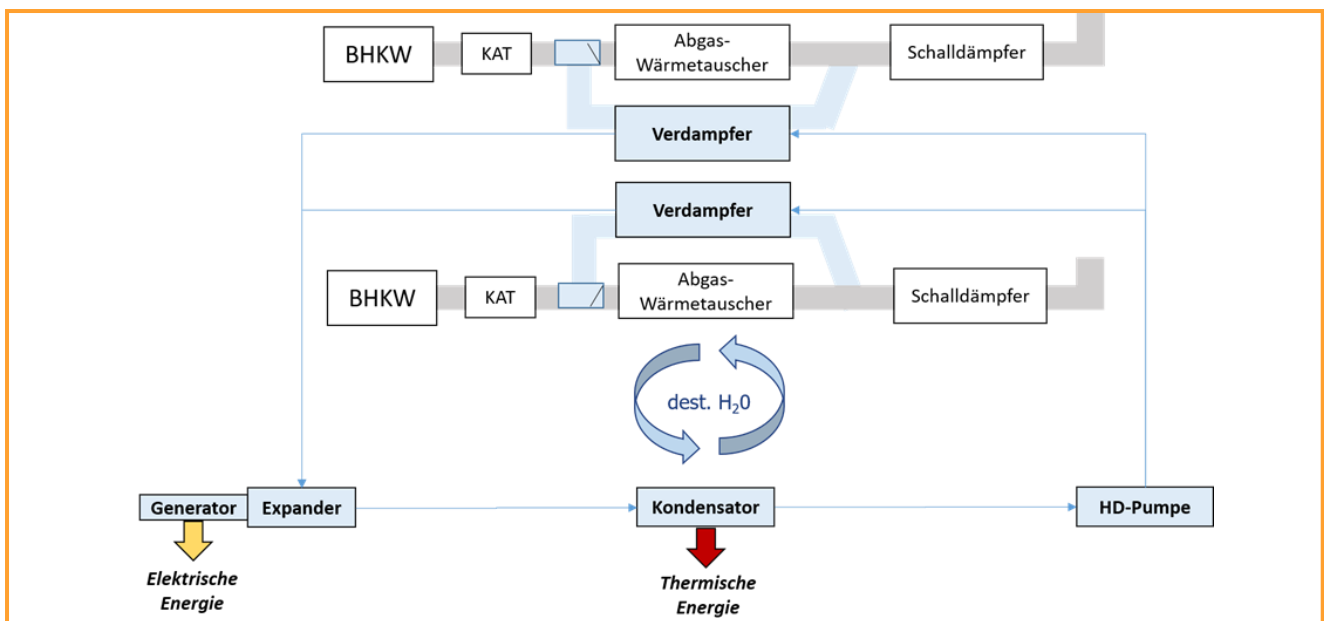


Abbildung 3: Zwei BHKW mit insgesamt zwei Verdampfer-Modulen (Quelle: AWN GmbH)

3.1.2 ORC-Technologie

ORC-Anlagen sind keine neue Technik, sondern durch ihre frühe Verwendung in der Geothermie technisch ausgereift. Auch im Biogasbereich kommen ORC-Anlagen zum Einsatz, wenn die BHKW-Wärme nicht vollständig genutzt werden kann. Das Funktionsprinzip entspricht dem einer herkömmlichen Dampfmaschine, jedoch wird als Arbeitsmittel an Stelle von Wasser ein organisches Medium mit niedrigen Siedetemperaturen verwendet (ab ca. 70 °C). Dadurch ist der thermodynamische Wirkungsgrad vor allem bei der Nutzung von Abwärme mit niedrigen Temperaturen deutlich besser als bei Nutzung von Wasser. Als organische Fluide werden beispielsweise Silikonöl, Ethanol oder Kohlenwasserstoffe verwendet.

Ein Kreislauf mit Thermoöl als Wärmeübertragungsmedium ist vor allem bei größeren Anlagen mit hohen Abgastemperaturen üblich und soll verhindern, dass das organische Arbeitsfluid zersetzt wird. Bei der Nutzung im niedrigen Leistungsbereich wie bei BGA ist dies eher unüblich, da die Integration dieses Kreislaufes zu höheren Anschaffungskosten der ORC-Anlage führen würde. Außerdem werden mittlerweile organische Arbeitsfluide bzw. Gemische verwendet, die genau auf das Temperaturniveau der Abwärmequelle eingestellt sind.

ORC-Anlagen lassen sich in Niedertemperatur- und Hochtemperatur-Anlagen einteilen. Niedertemperatur-Anlagen nutzen die Restwärme eines BHKW auf niedrigem Temperaturniveau. Sie werden als Wärmeabnehmer in den Heizkreis des BHKW eingebunden und erzielen elektrische Nettowirkungsgrade von ca. 5 %. Hochtemperatur-Anlagen hingegen, wandeln die Abgaswärme in Strom und – falls gewünscht – Nutzwärme um. Umgangssprachlich kann man hier von einem Strom erzeugenden Abgaswärmetauscher sprechen. Dabei werden elektrische Wirkungsgrade von bis zu 20 % erzielt.

Die in Abbildung 4 dargestellte Hochtemperatur-ORC-Anlage nutzt als Arbeitsmittel einen Kohlenwasserstoff, der für die Direktverdampfung geeignet ist.

Das flüssige Arbeitsmedium wird mit Hilfe einer Arbeitsmittelpumpe auf den notwendigen Druck gebracht. Das nun unter hohem Druck stehende Wärmeträgermedium wird über den Rekuperator bereits vorgewärmt. Danach wird das Medium dem Verdampfer zugeführt und dort durch die Übertragung der Abgasenergie vollständig verdampft. Mit ca. 200 °C wird der Dampf zur Turbine geleitet, dort entspannt, und die mechanische Energie wird mit Hilfe des Ge-

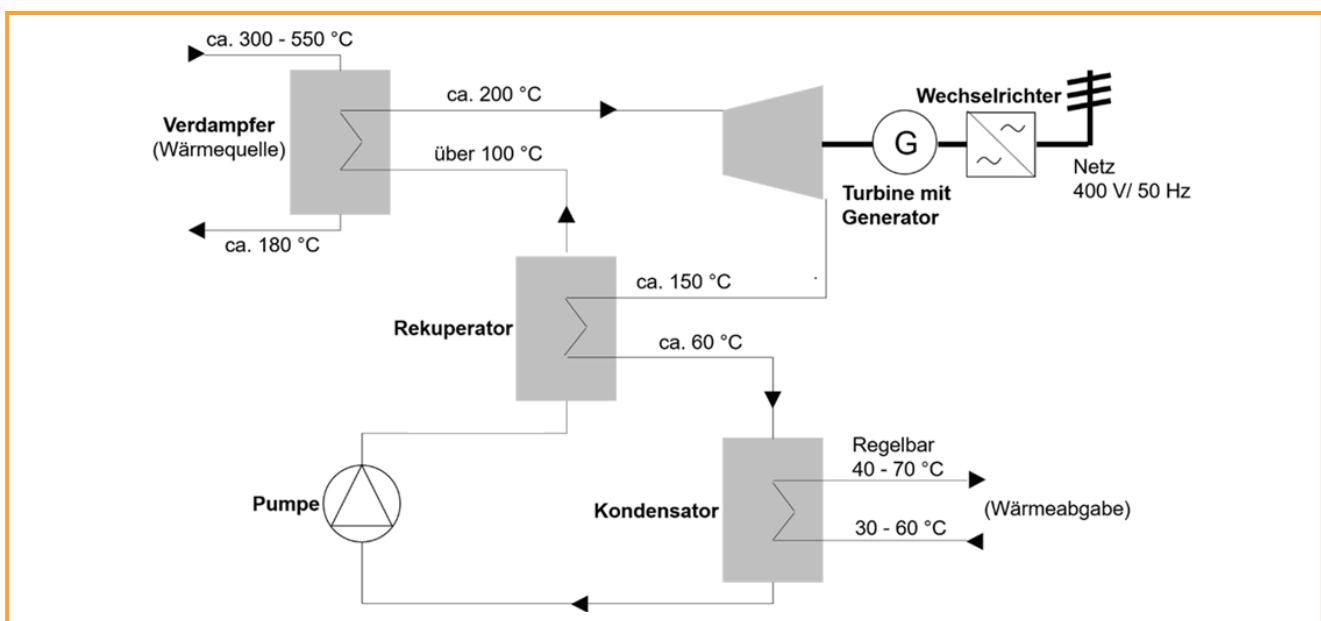


Abbildung 4: Schema des ORC-Prozesses (Quelle: 2G Energy AG)

nerators in elektrische Energie umgewandelt. Über einen Wechselrichter wird die elektrische Energie ins Netz eingespeist oder kann selbst genutzt werden. Die aus der Turbine kommende noch nutzbare thermische Energie wird im Rekuperator intern auf die flüssige Seite übertragen, bevor im Kondensator der entspannte Dampf durch das Kühlwasser vollständig auskondensiert. Das Kondensat wird anschließend über die Pumpen erneut dem Kreislauf zugeführt. Die ausgekoppelte Kondensationswärme kann hingegen einer Wärmenutzung zur Verfügung gestellt werden: hierbei wird der Rücklauf

des Heizungsnetzes angehoben und anschließend durch das BHKW auf die übliche Vorlauftemperatur von 85 °C erhitzt.

Dementsprechend wird die Hochtemperatur-ORC wie ein Abgaswärmetauscher eingebunden und erzeugt Strom und Nutzwärme. Durch diese Innovation bilden ORC und Gasmotor ein BHKW, das sogenannte ORC-BHKW. Niedertemperatur-Anlagen sind hingegen technisch eigenständig und lediglich ein Wärmeabnehmer des vorgelagerten BHKW.

3.2 Teillastfähigkeit / Auslastung NV-Anlage

Wenn die Wärmezufuhr schwankt, z. B. aufgrund eines zu geringen Wärmeangebots des BHKW oder hoher Umgebungstemperaturen (z. B. Sommerhitze: der Notkühler der NV benötigt selbst mehr Strom), kann der Nutzungsgrad der NV sinken, ebenso durch Stillstandzeiten während Wartung oder Reparatur. Diese Herausforderungen gilt es zu bedenken. Es gibt Anbieter von ORC-Anlagen, die dies berücksichtigen und NV-Technik verwenden, die bereits bei geringen Temperaturen und teilweise im „nassen“ Bereich arbeitet sowie eine hohe Auslastung erreicht. Hierbei bedeutet „nasser Bereich“, dass sich der ORC-Prozess bereits in Gang setzt, wenn nur ein Teil der Umlaufflüssigkeit in den gasförmigen Zustand übergegangen ist. Die Stromproduktion startet also bereits bei geringeren Eingangstemperaturen.

Bei CRC-Anlagen ist die Abgastemperatur der Haupteinflussfaktor auf den Wirkungsgrad. Da im Teillastbetrieb in der Regel höhere Abgastemperaturen herrschen als bei Volllast, ist auch im Teillastbetrieb eine hohe Auslastung der NV-Anlage zu erwarten.

Vor allem bei flexibler Fahrweise des BHKW sollte der Betrieb der NV-Anlage in Teillast möglich sein, wie es mittlerweile von mehreren Herstellern angeboten wird. Prinzipiell hat hierbei jeder Anlagenhersteller eigene Konzepte, was eine intensive Auseinandersetzung mit den jeweiligen Konzepten im Vorfeld nötig macht.

3.3 Hinweise zum Nutzungsgrad

Ein wichtiger Parameter zur Bewertung von NV-Anlagen ist der erreichte elektrische Nutzungsgrad, denn nur der netto an der NV-Anlage entstandene und eingespeiste Strom wird vergütet. Prinzipiell ist der Nutzungsgrad für einen Carnot-Kreisprozess proportional zur Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf (Verdampfer) und Rücklauf (Kondensator). Hier ist eine hohe Spreizung wichtig. Je geringer dabei der Eigenstrombedarf (für Umwälzpumpe, Speisepumpe, Lüfter, Elektronik) der NV-Anlage ist, desto höher kann der Netto-Nutzungsgrad sein. In einer ORC-Anlage kann man mit einem Rekuperator den Nutzungsgrad erhöhen, da er dem System intern nochmals Wärme entzieht. Je mehr Wärme also auf die NV-Einheit übertragen wird und je effektiver diese in Strom umgesetzt wird, desto höher ist der Nutzungsgrad.

Ausschlaggebend für den Nutzungsgrad ist auch die Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums. Je höher die Differenz zwischen Kondensationstemperatur des Arbeitsmediums und der

Umgebungstemperatur, desto geringer der Energiebedarf am Notkühler. Bei CRC-Anlagen wird als Arbeitsmedium Wasser verwendet. Da Wasser bei 100 °C kondensiert, kann selbst bei hohen Umgebungstemperaturen im Sommer eine Rückkühlung bei geringem Eigenenergiebedarf erfolgen. Liegt zudem ein Wärmebedarf vor, kann die Kondensationswärme auch über einen Wärmenetzanschluss abgeführt und genutzt werden.

Der Nutzungsgrad sollte bei jedem Angebot eines Herstellers bedacht und mit besonderer Sorgfalt geprüft werden. Bestenfalls werden in den Vertrag Garantiewerte bzw. eine definierte Spanne für den zu erreichenden Nutzungsgrad aufgenommen. Tabelle 1 zeigt einige Anbieter von NV-Anlagen und grundlegende Spezifikationen in Bezug auf die erforderliche Mindestwärmeleistung und die zu erwartende elektrische Nettoleistung, sowie die nach dem NV-Prozess noch zur Verfügung stehende thermische Leistung.

Tabelle 1: Anbieter von NV-Anlagen und ausgewählte Parameter (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Technik	Hersteller	Erforderlicher Mindest-Wärme-Input ³	Leistungsdaten der NV-Anlage*	
			Elektrische Leistung netto	Thermische Leistung**
ORC ¹	Dürr Cyplan	≥ 100 kW _{th}	≥ 15 kW _{el} (- 7 % Eigenbedarf)	80 % der thermischen Inputleistung in kW _{th} (95 °C)
	INTEC GMK GmbH	≥ 250 kW _{th}	20 kW _{el}	ab 200 kW _{th} (40 - 100 °C)
	UAS Messtechnik GmbH	≥ 250 kW _{th}	18 kW _{el}	229 kW _{th} (70/90 °C)
	2G Energietechnik GmbH	≥ 90 kW _{th} ≥ 90 kW _{th}	11 kW _{el} 15 kW _{el}	77 kW _{th} (70 °C) 72 kW _{th} (40 °C)
CRC ²	AWN GmbH	≥ 100 kW _{th}	12 kW _{el}	84 kW _{th} (≤ 95 °C)

* bezogen auf Mindest-Wärme-Input

** thermisch nutzbare Leistung aus der NV-Anlage (z.B. Einspeisung in Wärmenetz) mit Angabe der realisierbaren Vorlauftemperatur

¹ORC = Organic Rankine Cycle

²CRC = Clausius Rankine Cycle

³Abhängig vom Modul und dem Temperaturniveau des Abgases

Hinweis: Die unterschiedlichen Leistungen der NV-Anlage ergeben sich durch die verwendete Abwärmequelle (Abgas- oder Motorblockwärme) und die erreichte Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf des Arbeitsmediums.

4. Fazit

Unter den verfügbaren Verfahren zur NV von Wärme aus Biogas-BHKW kommen derzeit nur Technologien zur Anwendung, die auf dem Dampfmaschinenprinzip beruhen. Die Abgasturbine bzw. der Stirlingmotor konnten sich aus verschiedenen Gründen nicht durchsetzen und werden daher derzeit nicht verwendet bzw. angeboten. Die NV bietet den Vorteil einer Erhöhung des Wärmenutzungsgrades, für den seit 2012 gesetzlich festgelegte Mindestwerte erreicht werden müssen, damit der Vergütungsanspruch für den eingespeisten Strom gemäß EEG erhalten bleibt. Ferner erhöht eine Anlage

zur NV den elektrischen Wirkungsgrad der KWK-Anlage und damit die Stromausbeute, wodurch Rohstoffe eingespart werden können. Aus energetischer Sicht ist deshalb die NV immer dann als positiv zu bewerten, wenn die direkte effektive Nutzung der BHKW-Wärme limitiert ist. Ob die NV unter ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll eingesetzt werden kann, darüber gibt die Fachinformation „Nachverstromung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen – EEG und Wirtschaftlichkeit“ des Biogas Forum Bayern näheren Aufschluss.

Zitiervorlage: Kissel, R., Starflinger, D., Stockmann, F., Niehoff, B. (2021): Technik zur Nachverstromung von BHKW-Wärme. In: Biogas Forum Bayern, <https://www.biogas-forum-bayern.de/bif24>, Hrsg. ALB Bayern e.V., Stand [Abrufdatum].

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und
Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB)
in Bayern e.V.

Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon: 08161 / 887-0078

Telefax: 08161 / 887-3957

E-Mail: info@alb-bayern.de

Internet: www.alb-bayern.de