

# Netzintegration aus der Sicht eines Klein-BHKW Betreibers

**Thomas Schuster**

Institut für elektrische Antriebstechnik und Maschinen

Technische Universität Graz

Kopernikusgasse 24, 8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 873 8605, Fax.: +43 (0)316 873 10 8605

Mail: Thomas.Schuster@TuGraz.at, www.eam.tugraz.at

## **Kurzfassung:**

Die Anzahl kleinster Stromerzeuger, welche ins öffentliche Netz einspeisen können, nimmt stetig zu. Photovoltaik, Windkraft, Wasserkraft und Biomasse sind auch für Privatpersonen verfügbare Möglichkeiten in Kleinstanlagen Strom zu erzeugen und so vom Strombezieher zum Stromverkäufer zu werden. Dabei stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Ist eine einfache und kostengünstige Anbindungsmöglichkeit der dezentralen Kleinstanlagen an das öffentliche Netz sinnvoll und möglich?
- Können Kleinstkraftwerke zur Spitzenlastabdeckung verwendet werden?
- Sind flexible Einspeisetarife im Kleinstkraftbereich sinnvoll?

Die vorliegende Arbeit stellt das Blockheizkraftwerk 'Turdanitsch2' vor. Dieses Kraftwerk versorgt ein Dreifamilienhaus während der Heizperiode mit Wärme und Strom, die überschüssige Energie wird an das öffentliche Netz abgegeben. Die erzeugte Energie ist CO<sub>2</sub> neutral, da die Anlage auf Basis des Primärenergieträgers Holzhackschnitzel arbeitet.

Die Wirtschaftlichkeit von Kleinstanlagen ist eng mit den Möglichkeiten zur Förderung solcher Anlagen verknüpft, daher werden aus der Sicht des Kleinst-BHKW Betreibers Überlegungen zu den derzeit gegebenen Förderungsmöglichkeiten angestellt und Verbesserungsvorschläge gemacht.

Überlegungen zu Verbesserungsmöglichkeiten bei der Netzanbindung (Anpassung des Einspeiseverhaltens an den täglichen Bedarf des Netzes, Möglichkeiten zur Spitzenlastabdeckung) schließen den Beitrag ab.

**Keywords:** dezentrale KWK , erneuerbare Energieträger, Fördermaßnahmen

# 1 Vorstellung der Anlage

## 1.1 Motivation

Der Grundgedanke für den Bau des Blockheizkraftwerk 'Turdanitsch2' war, ein Dreifamilienhaus mit ca. 500m<sup>2</sup> Nutzfläche und ca. 45kW Wärmebedarf möglichst effizient mit Wärme versorgen zu können. Dabei wurde die Idee entwickelt, ein Blockheizkraftwerk zu errichten, um zumindest einen Teil der benötigten elektrischen Energie ebenfalls selbst zu generieren.

Als Energieträger sollte Holzhackgut verwendet werden, da eigener Wald vorhanden ist in dem ausreichend Durchforstungsholz anfällt. Weiters ist dieser Energieträger CO<sub>2</sub> neutral und benötigt keine langen Transportwege.

Die Anlage sollte zuverlässig und möglichst wartungsarm sein, da kein weiteres Heizsystem zur Verfügung steht. Der störungsfreie Betrieb muss auch über einen längeren Zeitraum gewährleistet sein. Das Kraftwerk muss von Laien bedient und gewartet werden können, wobei in Summe nicht mehr Aufwand entstehen sollte als bei einem herkömmlichen Holz-Zentralheizungskessel.

Ein Problem bei der Auswahl der Anlagentechnologie stellte die Leistungsklasse dar. Am Markt erhältliche Heizkraftwerke haben eine Leistung von mindestens einigen hundert kW. Kleinere, mit Pflanzenöl betriebene Anlagen sind zwar erhältlich, aber Pflanzenöl steht als kostengünstiger Energieträger nicht zur Verfügung. Dampfkraft scheidet auf Grund der personalintensiven Betriebsvorschriften (Kesselwart) und des bei kleiner Leistung niedrigen Wirkungsgrades aus.

Die Wahl fiel schlussendlich auf eine auf Basis der Holzvergasung arbeitende Anlage. Dabei wird aus Holzhackgut ein brennbares Gas erzeugt, welches zum Betrieb eines Verbrennungsmotors verwendet wird. Dieser treibt den Generator an, welcher die elektrische Energie an das Netz abgibt. Die entstehende Abwärme wird an das Heizsystem des Hauses abgegeben.

Solche Anlagen sind derzeit am Markt nur als Sonderkonstruktion erhältlich. Daher fiel die Entscheidung, einen Prototypen selbst zu bauen.

## 1.2 Aufbau der Anlage

Die einzelnen Systemkomponenten des Blockheizkraftwerkes 'Turdanitsch2' sind in Abbildung 1 (vereinfachten Schema der Anlage) dargestellt.

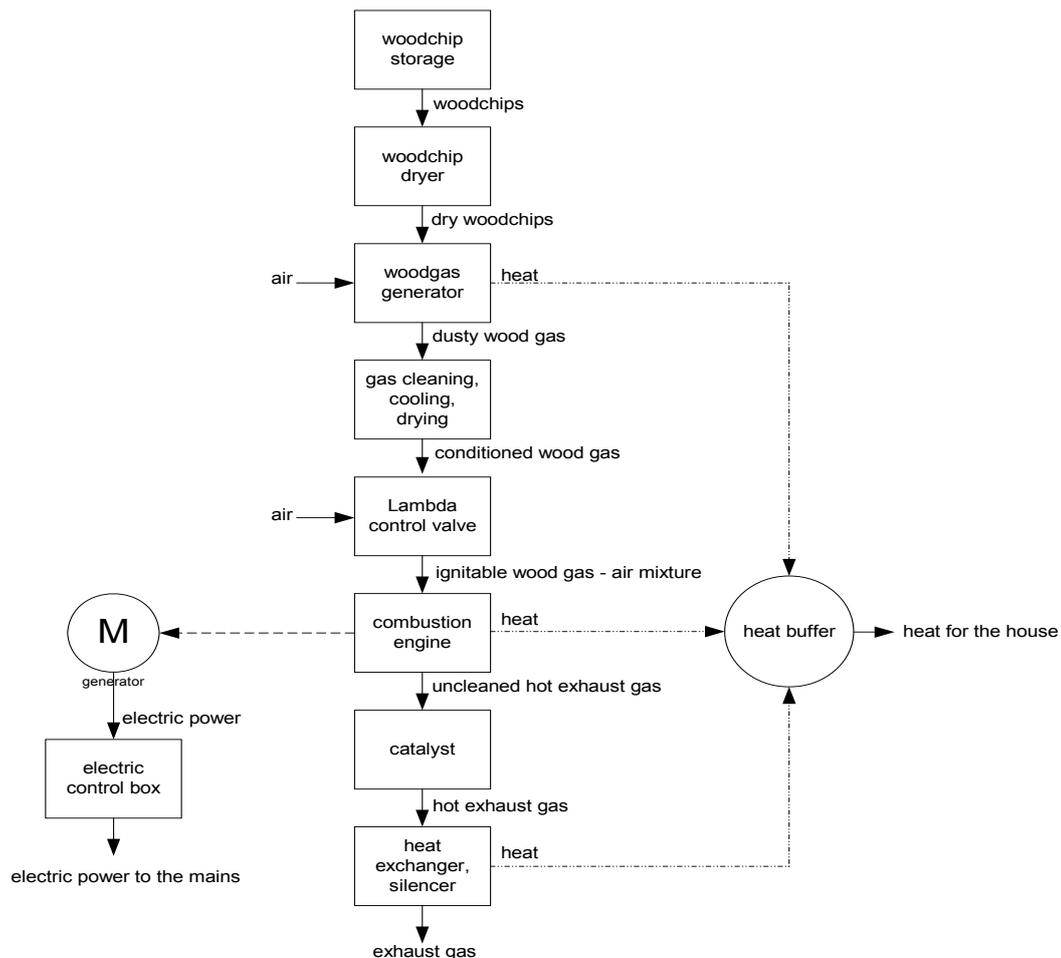


Abbildung 1: Anlagenschema BHKW 'Turdanitsch 2'

### 1.2.1 Hackschnitzeltrocknung

Das Holzhackgut wird über eine vollautomatische Raumaustragung aus dem Vorratsbunker in einen Trockner befördert. Der Trockner benutzt die während des Anlagenbetriebes im Raum vorhandene warme Luft um die Feuchtigkeit der Hackschnitzel um 20-40% zu verringern. Das erhöht den Heizwert des Hackgutes, außerdem ist trockenes Holz eine wichtige Grundvoraussetzung für einen stabilen Vergasungsprozess.

### 1.2.2 Holzvergasung

Über eine weitere Förderschnecke, gesteuert durch einen Füllstandsensoren, gelangt das Hackgut dann vom Trockner in den Holzvergaser. Der Vergaser ist so konstruiert, dass für die Beschickung mit Brennmaterial keine luftdichte Schleuse erforderlich ist.

Der Holzvergaser selbst arbeitet nach dem Gleichstromprinzip. Wichtig für ein gut verwertbares, holzteerarmes Gas ist eine hohe Reaktionstemperatur über 1200°C. Diese hohe Temperatur wird durch entsprechende Konstruktion des Vergasers erreicht und kann nur durch konstanten Gasdurchsatz gehalten werden. Daher sind eine Veränderung des Gasdurchsatzes und damit eine mögliche Leistungsverstellung der Anlage (Teillastbetrieb) nicht möglich.

Während der Startphase der Anlage sind die Temperaturen im Vergaser nicht hoch genug um ein teerfreies Gas zu erzeugen, die Teermenge ist aber zu gering um den Verbrennungsmotor schädigen zu können.

Als Abfallprodukt der Vergasung entsteht ca. 1% Holzkohle - diese wird durch eine Schleuse ins Freie befördert und thermisch verwertet.

### 1.2.3 Gasaufbereitung

Das im Holzvergaser erzeugte Gas hat einen so geringen Teeranteil, dass eine Behandlung bezüglich Holzteer nicht erforderlich ist. In den Rohrleitungen vor der Gasaufbereitung setzt sich lediglich in geringen Mengen feiner Kohlestaub ab, welcher um einen stabilen und wartungsarmen Dauerbetrieb zu gewährleisten weitestgehend aus dem Gas entfernt werden muss. Der Kohlestaub würde zwar im Verbrennungsmotor verbrennen, aber der Ascheanteil in dem Kohlestaub ist mit 10-20%) relativ hoch. Die Asche würde auf Dauer den Katalysator verlegen und die einwandfreie Funktion des Abgaswärmetauschers beeinträchtigen.

Das im Holzvergaser entstandene Gas wird in einem handelsüblichen Wärmetauscher, wie er auch in einem Holzheizkessel verwendet wird, vorgekühlt. Die dabei anfallende Wärme wird dem Zentralheizungskreislauf zugeführt. Das Gas gelangt dann in einen Zyklonfilter, in dem mitgerissene grobe Kohleteilchen abgeschieden werden. Nachgeschaltet ist ein elektrostatischer Filter, der auch feinste Partikel aus dem Gas entfernt. Das so gereinigte Holzgas wird dann in einem Wäscher weiter gekühlt, ein daran angeschlossener Kondensationstrockner kühlt das Gas noch weiter ab, wodurch die Gasdichte erhöht und Feuchtigkeit ausgeschieden wird.

### 1.2.4 Lambdaregelung

Das gereinigte und gekühlte Holzgas wird nun mit Luft vermischt. Eine Lambdasonde ermittelt aus den Verbrennungsgasen des Verbrennungsmotors den nötigen Sauerstoffbedarf und regelt den Luft-Gas-Mischer, damit ein für den Motor optimales Gas-Luft Gemisch entsteht ( $\lambda=1$ ).

### 1.2.5 Verbrennungsmotor und Generator

Der Verbrennungsmotor (4-Takt Ottomotor) saugt das zündfähige Gas-Luft Gemisch an und verbrennt es. Der Verbrennungsmotor treibt den Asynchrongenerator an. Der Generator wird netzparallel betrieben, Netzfrequenz und Polpaarzahl bestimmen die Drehzahl. Die Drehzahl des Verbrennungsmotors wird durch den Generator begrenzt (höheres Drehmoment = mehr Schlupf = mehr abgegebene Leistung), eine weitere Leistungsregelung ist am Ottomotor nicht erforderlich. Die Wärme des Kühlwassers wird dem Zentralheizungskreislauf zugeführt.

Der Verbrennungsmotor wird wie bei einem KFZ über einen Starter mithilfe einer Batterie angelassen. Dadurch wird das elektrische Netz beim Startvorgang nicht belastet.

Der Asynchrongenerator besitzt gegenüber einem Synchrongenerator den Vorteil, dass beim Aufschalten auf das öffentliche Netz auf exakten Polradwinkel und Drehzahl keine Rücksicht genommen werden muss. Weiters entfällt die Einrichtung zur Regelung der Erregerspannung.

Die während des Betriebs der Anlage überschüssig erzeugte elektrische Energie wird an das öffentliche Netz abgegeben (Netzparallelbetrieb).

### 1.2.6 Abgasnachbehandlung

Das Verbrennungsgas des Ottomotors passiert die Lambdasonde und wird dann in einem handelsüblichen 3-Wege-Katalysator nachbehandelt (Reduktion des ohnehin niedrigen CO und HC Anteiles). Ein Wärmetauscher entzieht dem Abgas weitere nutzbare Wärme und führt diese dem Zentralheizungskreislauf zu. Das nachfolgende Schalldämpfersystem verringert die Schallemission des nur noch maximal 60°C warmen Abgases der Anlage auf ein kaum hörbares Maß.

### 1.2.7 Effiziente Wärmegewinnung

Die Abwärme des Holzvergasers und des Verbrennungsmotors so wie die im Abgas enthaltene Wärmeenergie wird thermostatgesteuert dem 4000 Liter Heizungspufferspeicher zugeführt. Dieser Heizungspufferspeicher versorgt dann die Zentralheizung des Hauses. Der Abgaswärmetauscher ist so ausgelegt dass einer seiner Teile zur „Rücklaufanhebung“ verwendet wird. Durch die niedrige Temperatur des hier zugeführten Heizungswassers von 20-60°C wird der Taupunkt des im Abgas enthaltenen Wasserdampfes unterschritten, dieser kondensiert und die Kondensationsenergie wird genutzt.

Um die Wärmeenergie effizient nutzen zu können, wird die Anlage nach dem Wärmebedarf betrieben. Kann die Abwärme nicht in ausreichendem Maß abgeführt werden, schaltet die Anlage ab. Während des Stillstands der Anlage wird das Haus aus dem zuvor aufgeheizten Pufferspeicher mit Wärme versorgt. Spätestens wenn die Wärme im Pufferspeicher nicht mehr ausreicht, um das Haus zu heizen, muss die Anlage wieder gestartet werden.

## 1.3 Netzanbindung

Die Möglichkeit des Anschlusses an das öffentliche Netz muss mit dem Netzbetreiber vor dem Beginn der Planung einer Stromerzeugungsanlage geklärt werden. Eventuell müssen die Sicherungen und die Zuleitung verstärkt werden.

Wichtig ist der Spitzenwert der eingespeisten Leistung – ist dieser kleiner als die maximale Bezugsleistung sollte es mit der Zuleitung kein Problem geben, wenn der Leistungsfaktor nahe 1 liegt.

Um die Transportverluste im Netz gering zu halten ist der Leistungsfaktor wichtig; da eine Asynchronmaschine als Generator verwendet wird ist auf alle Fälle eine Blindleistungskompensation vorzusehen.

Die Höhe der Netzspannung und die Netzfrequenz sind auf Unter- und Überschreitung der Toleranzgrenzen zu überwachen. Im Störfall muss die Anlage automatisch vom Netz genommen werden und abschalten.

Es gibt zwei verrechnungstechnische Möglichkeiten, eine Stromerzeugungsanlage an das öffentliche Netz anzubinden: Differenzeinspeisung oder Volleinspeisung.

### 1.3.1 Volleinspeisung

Bei der Volleinspeisung wird die Erzeugungsanlage als eigener Netzteilnehmer an das öffentliche Netz angeschlossen, dazu sind die Erfassung der konsumierten sowie der abgegebenen Energie nötig. Vom Netzbetreiber werden hierfür zwei Energiezähler mit Rücklaufhemmung installiert. Über einen dritten Zähler ist der Haushalt an das öffentliche

Netz angeschlossen. Die gesamte erzeugte Energie wird verkauft, die im Haushalt selbst benötigte Energie wird zurückgekauft.

Diese Einspeisemöglichkeit ist nur dann von Vorteil, wenn der Preis für den zu verkaufenden Strom deutlich über dem Preis für den bezogenen Strom liegt. Nachteilig ist, dass dreimal Kosten (Zählermieten) für die Zähler verrechnet werden.

### **1.3.2 Differenzeinspeisung**

Bei der Differenzeinspeisung wird die Erzeugungsanlage parallel zur Hauselektrik betrieben. Vom Netzbetreiber werden für das Haus zwei Energiezähler mit Rücklaufhemmung so installiert, dass gelieferte und bezogene Energie getrennt gemessen werden können. Ist das Kraftwerk in Betrieb, so wird der Eigenbedarf des Hauses durch das Kraftwerk gedeckt, nur die Überschussleistung wird an das öffentliche Netz weitergegeben.

Diese Einspeisemöglichkeit ist sinnvoll, wenn die zu verkaufende Kilowattstunde einen niedrigeren oder bestenfalls gleich hohen Preis erzielt, als man für die eingekaufte Kilowattstunde zahlen muss. Auch fällt nur zweimal Zählermiete an.

Da die verkaufte elektrische Energie mit maximal 16 Cent/kWh in etwa gleich teuer oder billiger ist als die eingekaufte (verbrauchsabhängige Netzgebühren mit eingerechnet) wird beim Blockheizkraftwerkes 'Turdanitsch 2' die Differenzeinspeisung angewendet

## **1.4 Technische Erfahrungen im Betrieb**

Das Blockheizkraftwerk ist seit Herbst 2006 in Betrieb und hat bisher über 3500 Betriebsstunden erreicht. Abbildung 2 zeigt den Zustand der Anlage im Februar 2009. Die Anlage wird überwiegend von eingeschulten Laien bedient und gewartet. Wie bei einem Prototyp zu erwarten, ergeben sich im laufenden Betrieb Verbesserungsmöglichkeiten, die Betriebsstabilität, Leistungsausbeute und Minimierung des Wartungsaufwandes betreffen. Diese Erkenntnisse werden nach und nach während der Stillstandzeiten umgesetzt.



Abbildung 2: BHKW 'Turdanitsch 2' nach 3500 Betriebsstunden

## 1.5 Technische Daten

Die Technischen Daten des Kraftwerkes sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Energieträger	Holzhackgut G50, W30 oder besser
Elektrischer Anschluss	32A, 400V 3Phasen
Heizwasseranschluss	28er Cu-Rohr, max.1m <sup>3</sup> /Stunde
Elektrische Leistung	9,5kW
Thermische Leistung	30kW

Tabelle 1: Technische Daten

## 1.6 Genehmigungsverfahren

Eine Anerkennung des Heizkraftwerkes als Ökostromanlage ist wirtschaftlich notwendig, um eine angemessene Vergütung für die eingespeiste elektrische Energie zu erhalten. Zum Zeitpunkt des Entscheidungsprozesses für eine Holzgasanlage, im Dezember 2004, war es dringend erforderlich, die notwendigen Genehmigungen (Baugenehmigung und elektrizitätsrechtliche Genehmigung) bis 31.12.2004 zu erhalten, um noch unter das bis Ende 2004 gültige Ökostromgesetz [6] zu fallen. Das damals diskutierte Nachfolgegesetz [7]

ist eine deutliche Schlechterstellung gegenüber dem alten Gesetz (kürzere Förderungsdauer, komplizierter Ablauf der Förderung, niedrigere Fördertarife).

Grundsätzlich war die Genehmigung einer solchen Prototypenanlage seitens der Behörden schwierig, da es für Holzgasanlagen keinerlei rechtliche Grundlagen gab. Nach einigen Nachforschungen war geklärt, dass prinzipiell eine elektrizitätsrechtliche Genehmigung und eine Baugenehmigung notwendig sind.

Laut 2004 geltendem „Kärntner Elektrizitätswirtschafts- und Organisationsgesetz“ sind Elektrizitätserzeugungsanlagen mit einer Leistung unter 10 kW genehmigungsfrei (K-ELWOG, §6 Abs.1) [7].

Laut Kärntner Bauordnung (§7 Abs. 1b) bedürfen Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis zu 50 kW ebenfalls keiner Genehmigung [7].

Um vor Ende 2004 einen rechtsgültigen Anerkennungsbescheid als Ökostromanlage zu erhalten und ein langwieriges Genehmigungsverfahren zu umgehen, konnte nur eine Anlage mit 9,5 kW elektrischer Leistung gebaut werden. Die Anlage ist somit nach beiden genannten Rechtsvorschriften genehmigungsfrei. In Folge der Reduktion der elektrischen Leistung auf 9,5 kW reduziert sich auch die thermische Leistung auf 30 kW, diese ist für die Deckung des Wärmebedarfs des Hauses nicht ausreichend. Daher muss der Wärmebedarf des Hauses durch zukünftige Isolationsmaßnahmen gesenkt werden, eine Halbierung der derzeit berechneten 45 kW Heizlast scheint möglich.

## 1.7 Messungen

Bei der Netzanbindung im Sommer 2006 waren vorerst nur 2 Messgeräte installiert; ein Betriebsstundenzähler und der Einspeisezähler des Netzbetreibers.

Erst im Dezember 2007 wurde ein weiterer Stromzähler installiert, um die tatsächlich erzeugte Energie des Kraftwerkes zu bestimmen. Etwas später wurde ein Wärmemengenzähler installiert, um auch die abgegebene thermische Energie zu bestimmen. Im Herbst 2008 wurde dann noch ein weiterer Zähler direkt am Generator installiert, womit der Eigenbedarf der Anlage an elektrischer Energie bestimmt werden kann.

Die Bestimmung des Wirkungsgrades ist schwierig, da die Menge der eingesetzten Primärenergie nicht genau ermittelt werden kann. Zum jetzigen Zeitpunkt kann nur das Volumen des verbrauchten Hackgutes gemessen werden. Da die Packungsdichte, der Feuchtigkeitsgehalt so wie die Qualität des verbrauchten Hackgutes stark schwanken ist eine genaue Bestimmung der eingesetzten Energiemenge mit den derzeit zur Verfügung stehenden Messgeräten nicht möglich.

Die ermittelten Messdaten sind in Tabelle 2 dargestellt. Mit Ausnahme der Maximalleistung wurde für diese Werte das Arithmetische Mittel aus 13 Betriebszyklen berechnet.

Verbrauchte Hackgutmenge	0,06483	m <sup>3</sup> /h, lose
Wassergehalt der Hackschnitzel	18,26	% (nach Trocknung)
Elektrische Leistung	6,48	kW
Elektrische Maximalleistung	9,34	kW
Elektrische Generatorleistung	7,03	kW
Eigenbedarf der Anlage im Betrieb	0,55	kW
Thermische Leistung	26,55	kW
Elektrischer Wirkungsgrad	13,32	%
Thermischer Wirkungsgrad	54,52	%
Gesamtwirkungsgrad	67,84	%

Tabelle 2: Messdaten

Während der Messungen zeigt sich deutlich dass hinsichtlich des Wirkungsgrades einige Verbesserungsmöglichkeiten vorhanden sind, diese werden nun schrittweise umgesetzt.

Im Jahr 2008 wurden 9472 kWh elektrische Energie erzeugt, davon konnten 8190 kWh an das öffentliche Netz abgegeben werden. 1281 kWh des erzeugten Stroms wurden selbst verbraucht. 6657 kWh mussten aus dem öffentlichen Netz zugekauft werden. Zu beachten ist, dass obwohl die Anlage nur während der Heizperiode in Betrieb ist, im Jahr 1533kWh mehr Energie erzeugt als verbraucht wird.

Insgesamt wurden seit Bestehen der Anlage bis Ende 2008 20 MWh elektrische Energie in das öffentliche Netz eingespeist.

## 2 Wirtschaftlichkeit von Kleinanlagen

„Zur Lösung der aktuellen Energie- und Klimafrage ist eine stärker auf dezentrale Strukturen setzende Energieversorgung unerlässlich.“ [5]. Zu diesen dezentralen Strukturen zählen auch Kleinstkraftwerke, es stellt sich daher die Frage, wie man potentiellen Kleinstkraftwerksbetreibern einen wirtschaftlich sinnvollen Netzzugang ermöglichen kann.

Da die erzeugte Energiemenge bei Kleinstanlagen niedrig ist, können die Kosten einer Netzanbindung (Einmalkosten und laufende Kosten) durch die erzielten Einnahmen nicht gedeckt werden. Somit ist der Verkauf der überschüssigen Energie oft nicht wirtschaftlich. Die Förderung der eingespeisten Energie ist meist mit bürokratischem Aufwand verbunden, wodurch Betreiber ebenfalls vom Netzanschluss abgehalten werden.

In diesem Kapitel werden Möglichkeiten aufgezeigt, um den Bau und Betrieb von kleinen Biomasseheizkraftwerken zu fördern.

## **2.1 Förderungsmöglichkeiten für Kleinstanlagen**

### **2.1.1 Förderungsmöglichkeiten für die Anlagenherstellung**

Der Bau des Blockheizkraftwerkes 'Turdanitsch2' konnte nicht gefördert werden, da der Bau ein privates Projekt war.

Um ein Kraftwerk wirtschaftlich sinnvoll betreiben zu können ist es notwendig, dass die Einnahmen über die Laufzeit der Anlage auch die Herstellung der Anlage finanzieren. Eine Anlage, die im laufenden Betrieb diese Kosten nicht decken kann, wird auch durch die Förderung der Herstellung nicht wirtschaftlich.

Sinnvoll wäre eine Förderung des Baus oder Kaufes eines Heizkraftwerkes über einen langfristigen (Landes-) Förderkredit. Dabei muss sicher gestellt sein, dass die in der Anlage erzeugte (elektrische) Energie diesen Kredit innerhalb der Laufzeit zurückzahlen kann. So könnten die Mehrkosten eines solchen Kraftwerkes gegenüber herkömmlichen Heizungsanlagen wirkungsvoll auf die folgenden Jahre verteilt werden. Durch die nach Tilgung des Kredites höhere Wirtschaftlichkeit eines Heizkraftwerkes gegenüber einer herkömmlichen Heizung wäre so ein zusätzlicher Anreiz gegeben, in diese Technik zu investieren.

### **2.1.2 Förderungen über Einspeisetarife**

Derzeit wird die eingespeiste Energie des Blockheizkraftwerkes 'Turdanitsch2' nach dem Ökostromgesetz gefördert. Dabei werden je nach Herkunft der verarbeiteten Hackschnitzel zwischen 12,8 und 16 Cent / kWh bezahlt. Dazu ist jährlich der Nachweis zu erbringen, welcher Herkunft die Hackschnitzel sind (Waldhackgut oder Holzabfall), was zusätzlichen Aufwand und Kosten verursacht. Diese Förderung gilt ab Inbetriebnahme der Anlage für 13 Jahre. Eine Folgeregelung ist derzeit nicht vorgesehen.

Die Förderung über Einspeisetarife scheint grundsätzlich sinnvoll. Für eine langfristige Kalkulation sind 13 Jahre Tarifgarantie in Anbetracht der hohen Investitionskosten und der Lebensdauer eines Heizkraftwerkes aber zu wenig. Ein längerer Zeitraum von wenigstens 20 Jahren wäre hier wünschenswert.

Eine Anpassung (Wertsicherung) der Einspeisevergütungstarife an einen Energiekostenindex unter Einbeziehung der Primärenergieträgerpreise würde zusätzliche Planungssicherheit schaffen.

Alternativ kann auch eine CO<sub>2</sub> Steuer für Heizanlagen und Stromerzeuger, die nicht CO<sub>2</sub> neutral arbeiten, so wie eine Förderung für CO<sub>2</sub> neutral arbeitende Energieerzeugung die Wirtschaftlichkeit eines Biomasseheizkraftwerkes erhöhen.

Schlussendlich kann über eine Senkung der Fixkosten des Netzanschlusses die Wirtschaftlichkeit weiter erhöht werden. Dass für einen Netzanschlusspunkt zweimal Zählermieten und Netztarife anfallen müssen, nur damit die gelieferte und bezogene Energie getrennt werden kann, ist eine zusätzliche vermeidbare Belastung.

### 3 Verbesserungsmöglichkeiten bei der Netzanbindung

Derzeit ist das Blockheizkraftwerk starr an das öffentliche Netz gekoppelt. Es sind weder Betriebszeiten noch zeitabhängige Einspeisetarife vorgesehen.

#### 3.1 Auswirkungen auf das Netz

Regional erzeugte Energie kann, bei Vorhandensein mehrerer Erzeugungsanlagen das übergeordnete Transportnetz entlasten und so die Transportverluste senken. Dazu ist es notwendig die Energieerzeugung auf den Bedarf der Region abzustimmen.

Eine Möglichkeit dazu wäre über eine flexiblere Tarifgestaltung das Einspeiseverhalten an den tatsächlichen Bedarf anzupassen (z.B. von 11:00-14:00 wird mehr gezahlt als von 22:00-6:00). Eine Anpassung der Anlagenbetriebsweise an solche widerkehrenden Hochtarifzeiten wäre auf Grund der Möglichkeit, zu Niedrigtarifzeiten das Haus aus dem Pufferspeicher mit Wärme versorgen zu können ohne weiteres möglich.

Eine weitere Möglichkeit bietet das 'smart metering' [4]. Mit Hilfe des 'smart metering' lassen sich nicht nur Verbraucher sondern auch Erzeuger steuern [5], der Netzbetreiber könnte also ein Steuersignal senden wenn die Anlage ans Netz gehen soll und wenn sie abschalten soll.

Das Blockheizkraftwerk 'Turdanitsch2' kann für eine solche Steuerung nur bedingt adaptiert werden, da ein Anfahren der Anlage nicht vollautomatisch möglich ist.

Eine Spitzenlastabdeckung ist nicht möglich, da die Anfahrzeit des vorliegenden BHKW etwa ungefähr 10 Minuten dauert, nur das Abstellen kann augenblicklich erfolgen. Damit kann dieses Kraftwerk bei der Anfahrzeit nicht mit einem Gaskraftwerk (mindestens 7 Minuten Anfahrzeit [2]) oder einem Wasserkraftwerk (75 Sekunden [3]) konkurrieren

Eine Betriebszeit von wenigstens einer 1 Stunde ist notwendig, da sich während dieser Zeit die Anlage von beim Startvorgang angefallenem Holzteer selbst reinigt. Dauerhaft zu kurze Betriebszeiten würden die Lebensdauer des Verbrennungsmotors drastisch vermindern. Abgesehen davon ist kann man auf Grund des großen Heizungspufferspeichers problemlos auf die Anforderungen des Netzbetreibers eingehen.

### 4 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der dreijährige Betrieb des Blockheizkraftwerkes 'Turdanitsch2' hat mit kontinuierlichen Verbesserungen zu einem wartungsarmen und auch von Laien einfach zu bedienenden System geführt, das aber noch weiter verbessert wird [1].

Die über einen längeren Zeitraum durchgeführten Messungen zeigen einen guten Gesamtwirkungsgrad von 67%. Der Wirkungsgrad kann durch verschiedene Maßnahmen weiter erhöht werden.

Die Anlage arbeitet unter den gegebenen Tarifen für den eingespeisten Strom nur dann wirtschaftlich, wenn auch die abgegebene Wärme sinnvoll genutzt werden kann. Die, verglichen mit einem Serienprodukt weitaus höheren Entwicklungskosten des Prototypen bleiben dabei unberücksichtigt.

Die Förderung der Anlage über den Einspeisetarif ist sinnvoll und notwendig. Die derzeit festgelegte Förderdauer ist in anbetracht der Lebensdauer einer solchen Anlage zu gering.

Eine Anpassung der Betriebszeiten der Anlage an den Bedarf des Netzes ist möglich. Tageszeitabhängige Einspeisetarife oder 'smart metering' könnten dies ermöglichen.

#### Literatur

- [1] Schuster T., "Aufbau und Betrieb eines dezentralen Heizkraftwerks zur Versorgung eines Mehrfamilienhauses", 10. Energieinnovationssymposium, Graz 2008
- [2] Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Gasturbinenkraftwerk>
- [3] Pumpspeicherkraftwerke zur Spitzenlastabdeckung,  
[http://www.ruhr-uni-bochum.de/eae/dokus/et-ueb/e\\_u\\_v.pdf](http://www.ruhr-uni-bochum.de/eae/dokus/et-ueb/e_u_v.pdf)
- [4] <http://www.smart-metering-deutschland.de/>
- [5] Smart Metering in der Praxis – Internationale Erfahrungen,  
Marcus Getta, Leiter Transmission & Distribution, Accenture GmbH, Kronberg,  
<http://www.smart-metering-deutschland.de/>
- [6] Festsetzung der Preise für die Abnahme elektrischer Energie aus Ökostromanlagen,  
BGBl. II – Ausgegeben am 20. Dezember 2002 – Nr. 508
- [7] Ökostromverordnung 2006, BGBl. II - Ausgegeben am 24. Oktober 2006 - Nr. 401