Kraft-Wärmekopplung mit Biomasse Holz im Ökodorf Siebenlinden

- Zusammenfassung -

Praxisarbeit im 2. Semester, Studiengang SENCE an der HFR, Rottenburg , SS 2010

Vorgelegt von: Holger Zimmermann, Matrikel Nr. 800602
Betreut durch: Dipl. Ing. Werner Dyck, Ökodorf Siebenlinden
Dipl. Ing. Helmut Bunk, HFR

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit untersucht das Potential zur Nutzung von Scheitholz oder Hackschnitzeln in kleinen Blockheizkraftwerken, sog. Mini- oder µ-BHKW, im Ökodorf Siebenlinden.
Dafür wurden der Stand der Technik und die am Markt verfügbaren Anlagen analysiert sowie nach den Kriterien des Ökodorfes bewertet. Die gefundenen Anlagen wurden einer Wirtschaftlichkeitsprüfung unterzogen. Davon ausgehend wurde die Situation im Ökodorf hinsichtlich der Kraft-Wärmekopplung mit holzgefeuerten BHKW eingeschätzt.

1.1 Ausgangsbedingungen

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist der Bau eines neuen Seminarzentrums mit Gästewohnungen und benachbarten Wohnhäusern. Außerdem wird für das bestehende Nahwärmenetz Unterstützung benötigt.
Zur Zeit wird das insgesamt 180m lange Nahwärmenetz von einem 30kW Scheitholzvergaserkessel und insgesamt 100m² Kollektorfläche bedient.
Für Neubauten und die notwendige Unterstützung des Nahwärmenetzes werden, ausgehend von bisherigen Erfahrungen mit den eigenen Strohballenhäusern und der Nutzung im Ökodorf, etwa 100kW Leistungsbedarf geschätzt. Wegen der direkten Nachbarschaft zum vom Nahwärmenetz beheizten Komplex: Regiohaus, Nordriegel, Südhaus und Strohpolis, könnte fehlende oder überschüssige Wärme ausgeglichen werden.
Die Planungen für die Neubauten sind nicht so weit fortgeschritten, um Wärmebedarf und Vollbenutzungsstundenzahl (VBZ) über eine nach Nutzung und Klimadaten ermittelte Jahresdauerlinie zu berechnen. Für die VBZ muss deshalb auf den in der Richtlinie VDI 2067, Blatt 2 genannten Durchschnittswert von 1500 Stunden für Büro- und Wohngebäude zurückgegriffen werden. Mit diesen Parametern errechnet sich der vom BHKW zu deckende Wärmebedarf:

$$Q = P_{BHKW} \cdot VBZ = 100kW \cdot 1500h = 150MWh$$

Der Betrieb von solarthermischen Anlagen und Holzheizungen muss witterungsbedingt als parallel monovalent angenommen werden. Das heißt: Die Leistung des BHKW muss für den maximalen Bedarf ausgelegt werden. Die Heizperiode für die Holzheizungen wird, ebenfalls aus Erfahrungswerten, mit maximal 4000 Stunden im Jahr angegeben. Die restlichen 4760 Stunden werden von den Solarkollektoren abgedeckt.

1.2 Ergebnisse der Marktanalyse

Für die vom Ökodorf bevorzugte direkte Nutzung des eigenen Scheitholzes in Biomasse-BHKW konnten keine kommerziell verfügbaren Anlagen im geforderten Leistungsbereich gefunden werden.

Für die alternative Verwendung von Hackschnitzeln konnten zwei technologisch verschiedene Anlagen recherchiert werden:

1. Holzvergaser mit Stirling-Motor: Stirling DK, Typ SD4E und Gegenstromvergaser mit 140 kW th./ 35 kW el.
2. Hackschnitzelfeuerung mit Mikroturbine: Talbott BG25, 80 kW th./ 25 kW el.

1.3 Ergebnisse der ökonomischen Analyse

Die Verwendung von Hackschnitzeln in den beiden dafür recherchierten Anlagen wurde unter verschiedenen Randbedingungen untersucht und mit einem Scheitholzvergaserkessel zur reinen Wärmeerzeugung verglichen.
Als alternativ zu installierender Vergleichskessel wurde der Drummer 90 mit 102 kW Nennleistung der Firma Lopper ausgewählt.

Für die Bereitstellung der Hackschnitzel wurden die folgenden drei Szenarien miteinander verglichen:

Szenario A:	Eigene Gewinnung, Lagerung und Trocknung des Brennstoffes als Scheitholz wie gehabt. Bei Bedarf Herstellung von Hackschnitzeln aus trockenem Scheitholz mit eigenem Hacker
Szenario B:	Einkauf von Hackschnitzeln
Szenario C:	Eigene Herstellung, Lagerung, Trocknung von Hackschnitzeln aus eigenem, Schwach- und Restholz

Ein Vergleich der Szenarien nach ihren spezifischen Brennstoffpreisen liefert das folgende Diagramm:

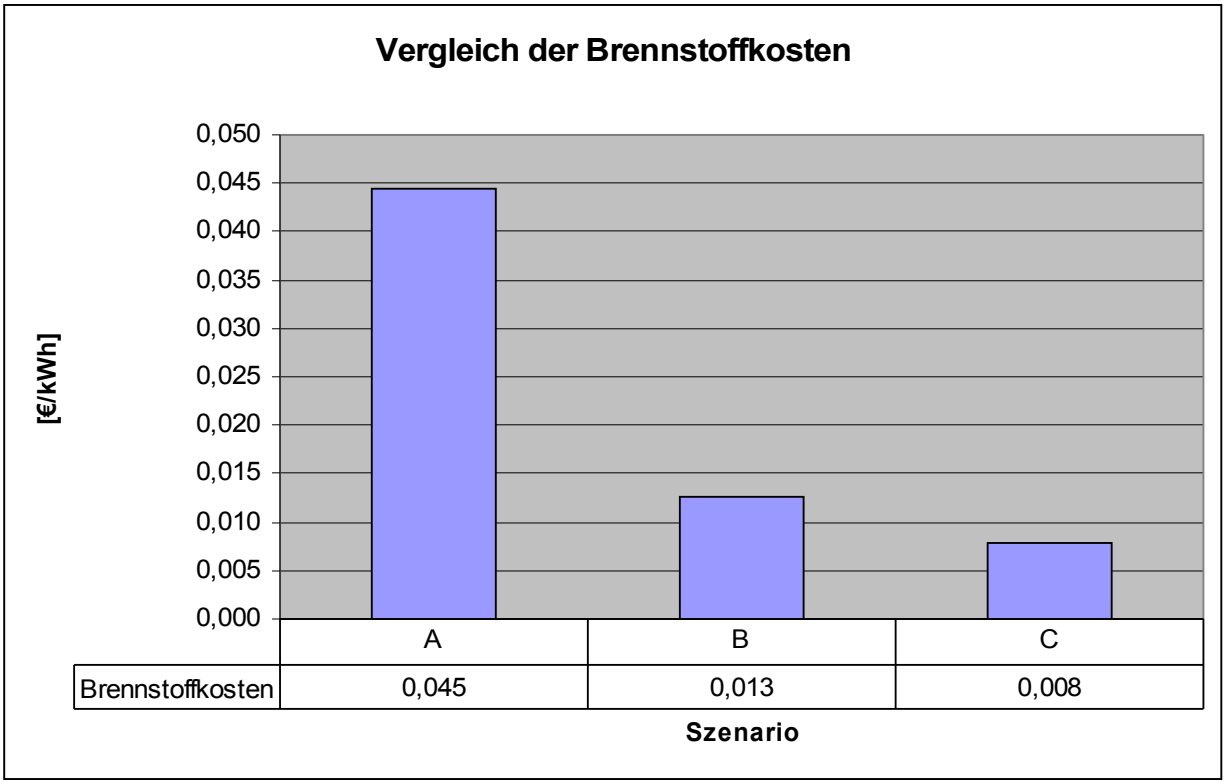

Abbildung 1-1: Vergleich der Brennstoffkosten nach Beschaffungsszenario

Allen im Weiteren aufgeführten Untersuchungsergebnissen liegt ein Kalkulationszinssatz von 3% und eine Vollbenutzungsstundenzahl von 1500 Stunden zu Grunde.
Da die zu vergleichenden Anlagen unterschiedliche Nennleistungen haben, wird davon ausgegangen, dass bei Annahme einer gleichen Vollbenutzungsstundenzahl die überschüssige Wärme im Nahwärmenetz verwertet werden kann und keine Einschränkung der Betriebsweise erforderlich macht.
Bei der Ermittlung der Brennstoffmengen konnten die Nutzungsgrade nicht berücksichtigt werden, da diese von der Betriebsweise, insbesondere auch vom Einfluss der Solaranlagen abhängig ist. Es wurden deshalb die viel höheren Wirkungsgrade eingesetzt, die von den Herstellern genannt wurden.

Szenario A, Hackschnitzel aus eigenem Scheitholz:
Die Herstellung der Hackschnitzel aus dem eigenen, vorgetrockneten Scheitholz ist zwar für das Ökodorf die bequemste Variante, jedoch sind die Wärmegestehungskosten hier höher als in den anderen untersuchten Szenarien. Die Brennstoffkosten übersteigen zusammen mit den Betriebskosten die Einnahmen aus der Vergütung des eingespeisten Stroms. Damit würde sich das Projekt niemals amortisieren.

Anlage	Wärmegestehungskosten	Amortisationsdauer
Holzvergaser mit Stirling-Motor	0,15 €/kWh	nie
Schnitzelfeuerung mit Mikroturbine	0,16 €/kWh	nie
Stückholzfeuerung	0,06 €/kWh	k.A.

Szenario B, Einkauf von Hackschnitzeln:
Szenario B ist wegen der angestrebten Brennstoffunabhängigkeit und nach den Maßstäben des Ökodorfs hinsichtlich Ökobilanz und Nachhaltigkeit problematisch, wurde aber untersucht.

Anlage	Wärmegestehungskosten	Amortisationsdauer
Holzvergaser mit Stirling-Motor	0,10 €/kWh	~300 Jahre
Schnitzelfeuerung mit Mikroturbine	0,11 €/kWh	~72 Jahre
Stückholzfeuerung	0,06 €/kWh	k.A.

Szenario C, Herstellung aus Schwach- und Restholz:
Die Herstellung von Hackschnitzeln aus eigenem Schwach- und Waldrestholz ist zwar etwas günstiger als Szenario B, beeinflusst die Wärmegestehungskosten wegen der geringen Vollbenutzungsstundenzahl aber nicht spürbar.

Anlage	Wärmegestehungskosten	Amortisationsdauer
Holzvergaser mit Stirling-Motor	0,09 €/kWh	~130 Jahre
Schnitzelfeuerung mit Mikroturbine	0,11 €/kWh	~62 Jahre
Stückholzfeuerung	0,06 €/kWh	k.A.

Abbildung 1-2 zeigt noch einmal die Wärmegestehungskosten für jede Anlage in den drei untersuchten Szenarien.

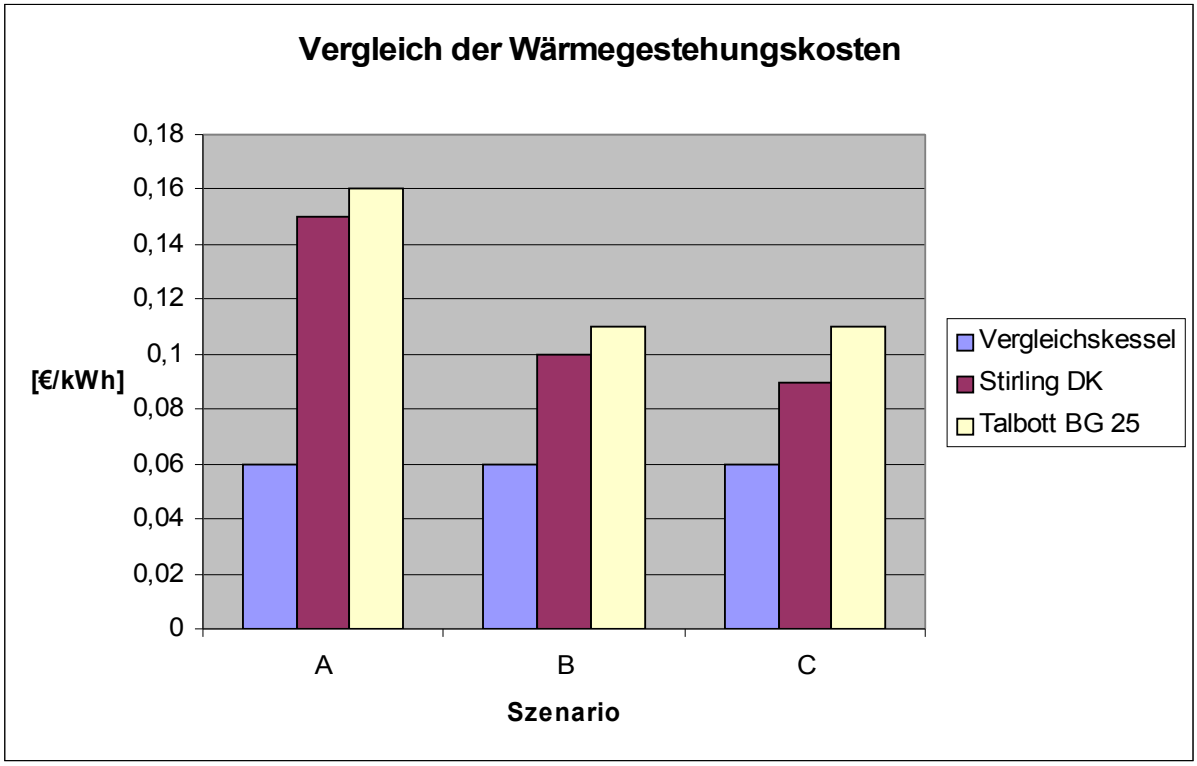

Abbildung 1-2: Vergleich der Wärmegestehungskosten

Die niedrige Vollbenutzungsstundenzahl ist der Hauptgrund für die ausbleibende Wirtschaftlichkeit der Anlagen. Der wirtschaftliche Betrieb einer KWK-Anlage verlangt den Einsatz als Grundlastheizung in Verbindung mit einem spitzenlastfähigen Energieträger. Die Priorität der Solarthermie verhindert letztlich den vernünftigen Einsatz der vorgestellten Anlagen im Ökodorf.

Zusammenfassend kann für Hackschnitzel festgestellt werden, dass Anlagen verfügbar wären, aber im Ökodorf nicht wirtschaftlich betrieben werden können. Die Gründe dafür sind:

- Hohe Brennstoffkosten durch Herstellung von Hackschnitzeln aus davor, vergleichsweise teuer, selbst erzeugtem Scheitholz (Szenario A)
- Die umfangreichen solarthermischen Anlagen zur Deckung der Grundlast schränken die Laufzeit eines Biomasse-BHKW zu stark ein.

Außerdem sprechen auch nicht-ökonomische Gründe gegen Anschaffung und Betrieb eines Biomasse-BHKW:

- Die wirtschaftlich positivste Variante setzt die Produktion von Hackschnitzeln aus eigenem Waldrestholz voraus. Die Einführung einer Hackschnitzel-Bereitstellungskette zur Herstellung, Trocknung und Lagerung (Szenario C) würde jedoch die personellen und technischen Strukturen des Ökodorfes zusätzlich belasten.
- Betrieb und Wartung eines eigenen Hackers stellen die geforderte Brennstoffunabhängigkeit in Frage, weil dafür z.B. Treibstoff (Diesel) benötigt wird.

Das grundsätzliche Bedürfnis des Ökodorfes nach strategischer Verbesserung des eigenen Wärme- und Stromerzeugungsmix hinsichtlich Versorgungssicherheit und jahreszeitlichem Bedarf, könnte technisch, unter Verzicht auf Amortisation, erfüllt werden. Jedoch lässt der finanzielle und sonstige Aufwand eine Realisierung fragwürdig erscheinen.

Der angestrebte Ausbau und die weitere Optimierung der solarthermischen Anlagen inklusive Speichern und Nahwärmenetz ist im Sinne von Ökobilanz und nachhaltiger Nutzung der lokalen Ressourcen sinnvoll. Im Gegensatz zu den Schwankungen bei der Stromerzeugung durch Photovoltaik ist jedoch die Sicherung der Wärmeerzeugung kritisch. Durch das Fehlen anderer, spitzenlastfähiger Energieträger wie Erdgas, Biogas oder Geothermie sind die Scheitholzfeuerungen zum gegenwärtigen Zeitpunkt alternativlos. Effizienzsteigerungen können hier durch Reduzierung bzw. Vermeidung von Taktung, den Ausbau des Nahwärmenetzes und der Optimierung der Warmwasserspeicher erreicht werden.
Der Anteil von Bewohnern in Bauwägen mit Kleinfeuerungsanlagen beträgt gegenwärtig ca. 50%. Hier gibt es offensichtlich Verbesserungspotential durch Schaffung von Wohnraum mit moderner Haustechnik und ggf. Anschluss an das Nahwärmenetz.