TSB

Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung im

ITB

Machbarkeitsstudie
Wärmeverbund in Kastellaun
Zusammenfassung

Auftraggeber

SGD Süd Abteilung D
Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (RLP)
Hauptstraße 16
67705 Trippstadt

Verbandsgemeindeverwaltung Kastellaun
Kirchstraße 1
56284 Kastellaun

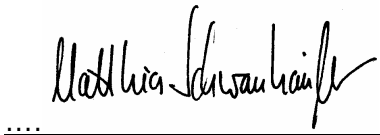
Auftragnehmer

Institut für Innovation, Transfer und Beratung GmbH
Transferstelle Bingen
Berlinstraße 109
55411 Bingen

Leiter	Prof. Dr. Ralf Simon
Bearbeiter	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wirtz
	Telefon 06721 / 409 229
	Dipl.-Ing. (FH) Matthias Schwanhäußer
	Telefon 06721 / 409 135
Telefax	06721 / 409 129
Homepage	http://www.tsb-energie.de

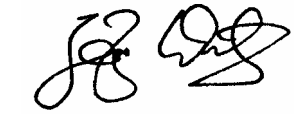
Projektnummer 973

Datum 28. Oktober 2004



....

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Schwanhäußer



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wirtz

Prof. Dr. Ralf Simon

Zusammenfassung

In Kastellaun werden das Hallenbad, das Ambulante Reha-Zentrum Hunsrück, die Integrierte Gesamtschule mit Sporthalle und die Turnhalle „Spesenrother Weg“ über einen Verbund mit Wärme versorgt. Die Wärmeerzeugung erfolgt durch ein BHKW und drei weitere Kesselanlagen, von denen zwei Kesselanlagen erneuerungsbedürftig sind.

In dieser Machbarkeitsstudie wurde die Erweiterung des bestehenden Nahwärmeverbunds zur Versorgung weiterer kommunaler und kirchlicher Liegenschaften untersucht. Die Überlegung entstand aufgrund der räumlichen Nähe der Liegenschaften und des kurz- bis mittelfristigen Erneuerungsbedarfs der vorhandenen Kesselanlagen.

Folgende Liegenschaften wurden in der Studie mit einbezogen:

- Hallenbad „AQUA fit“ Kastellaun
- Ambulante Reha-Zentrum Hunsrück
- Ärztehaus
- Integrierte Gesamtschule Kastellaun mit Sporthalle
- Turnhalle „Spesenrother Weg“
- Alte Mädchen-Berufsschule
- Grundschule Kastellaun
- Evangelischer Kindergarten Kastellaun „Regenbogenland“
- eventuell geplantes Wohnheim
- Theodor-Heuss-Schule Sonderschule G Kastellaun
- Förderkindergarten
- Seniorenzentrum Kastellaun

Es wurden drei unterschiedlich große Nahwärmenetze betrachtet:

- bestehender Nahwärmeverbund (Bereich A)
- Erweiterung des Nahwärmeverbunds um folgende Liegenschaften (Bereich B)
  - Ärztehaus
  - Alte Mädchen-Berufsschule
  - Grundschule Kastellaun
  - Evangelischer Kindergarten Kastellaun „Regenbogenland“
  - eventuell geplantes Wohnheim
  - Theodor-Heuss-Schule Sonderschule G Kastellaun
  - Förderkindergarten
- Erweiterung des Nahwärmeverbundes (wie oben) und zusätzlicher Anschluss des Seniorenzentrums Kastellaun sowie die Erschließung des ehemaligen Milchwerkes als Standort für ein Heiz- bzw. Heizkraftwerk (Bereich C).

Außerdem wurde der Einsatz verschiedener Wärmeerzeuger auch auf Basis von regenerativen Energien wie Holzhackschnitzel (HHS), Pflanzenöl und Stroh in Betracht gezogen.

In der Studie wurden zunächst anhand von vorliegenden Verbrauchsdaten und Daten zu den vorhandenen Heizanlagen der Wärmebedarf und die erforderliche Wärmeleistung ermittelt. Darauf basiert dann die Energiebilanz mit den umgesetzten Energie- und Brennstoffmengen sowie eine Kohlendioxid-Emissionsbilanz. Die gemeinsame Wärmeversorgung mit einer Heizzentrale wird zum Vergleich dem Ist-Zustand mit der dezentralen Wärmeversorgung (Basisvarianten) gegenübergestellt.

Folgende Varianten wurden für den bestehenden Wärmeverbund (Bereich A) untersucht:

- Basisvariante A — Erdgas-BHKW + Spitzenlastkessel
- Variante 1 — HHS-Kessel + Spitzenlastkessel
- Variante 2a — großes Erdgas-BHKW + HHS-Kessel + Spitzenlastkessel
  Variante 2b — kleines Erdgas-BHKW + HHS-Kessel + Spitzenlastkessel
- Variante 3 — Pflanzenöl-BHKW + Spitzenlastkessel

Folgende Varianten wurden für die beiden Erweiterungsvarianten des bestehenden Wärmeverbunds (Bereich B bzw. C) untersucht:

- Basisvariante B — Erdgas-BHKW + Spitzenlastkessel
- Variante 4a — kleines Holzgas-BHKW + HHS-Kessel + Spitzenlastkessel
  Variante 4b — großes Holzgas-BHKW + HHS-Kessel + Spitzenlastkessel
- Variante 5 — Pflanzenöl-BHKW + HHS-Kessel + Spitzenlastkessel

- Basisvariante C — Erdgas-BHKW + Spitzenlastkessel
- Variante 6a — großes Holzgas-BHKW + Spitzenlastkessel
  Variante 6b — 2 große Holzgas-BHKW + Spitzenlastkessel
- Variante 7 — Stroh-Heizwerk + Spitzenlastkessel
- Variante 8 — Stroh-Heizkraftwerk + Spitzenlastkessel

Es zeigt sich, dass durch den Einsatz von nachwachsenden Brennstoffen in Kraft-Wärme-Kopplungsprozessen zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom die höchsten CO_2-Einsparungen erreicht werden können. Hierdurch werden bei den Varianten 3, 4, 5, 6 und 8 im Saldo CO_2-Gutschriften erzielt. Im Vergleich aller betrachteter Varianten wird durch die Variante 6b mit zwei Holzgas-BHKWs (2 * 265 kW_{el} / 245 kW_{th}) die höchste CO_2-Gutschrift erzielt.

Für das bestehende Nahwärmenetz (Bereich A) ergibt die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nur für die Variante mit Erdgas-BHKW am Standort Hallenbad und HHS-Kessel am Standort Bauteil A (Variante 2a) einen Wärmepreis in gleicher bzw. unter Berücksichtigung von Fördermitteln (Marktanreizprogramm des Bundes) in geringfügig niedrigerer Höhe wie der Wärmepreis von 3,9 Ct/kWh_{th} der Basisvariante A.

Für den Ausbau des Nahwärmenetzes ohne Anschluss des Seniorenheims (Bereich B) wird durch den Einsatz eines Holzgas-BHKWs am Standort ehemaliges Milchwerk (Varianten 4a und 4b) im wesentlichen durch die EEG-Vergütung eine optimale Wirtschaftlichkeit erreicht.

Hier wird im Vergleich zum Ist-Zustand auch noch mit 4.300 bzw. 3.500 Vollbenutzungsstunden anstatt der angesetzten 7.500 Vollbenutzungsstunden der Wärmepreis der Basisvariante B von 4,0 Ct/kWh$_{th}$ erreicht. Auch der Einsatz eines Pflanzenöl-BHKWs am Standort Hallenbad (Variante 5) wäre eine wirtschaftliche Alternative zum Ist-Zustand (Basisvariante B).

Für den vollständigen Ausbau des Nahwärmenetzes inkl. Seniorenheim und Erschließung des ehemaligen Milchwerkes (Bereich C) wird bei Variante 6b sogar soviel durch die EEG-Vergütung eingenommen, dass damit sämtliche Kosten gedeckt werden können und ein Überschuss erwirtschaftet werden kann. Auch bei 2.500 Vollbenutzungsstunden für die Holzgas-BHKWs wird noch eine Wirtschaftlichkeit im Vergleich zum Wärmepreis der Basisvariante C von 4,4 Ct/kWh$_{th}$ erreicht. Der Betrieb eines Stroh-Heizwerkes bzw. -Heizkraftwerkes kann unter den gegebenen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich dargestellt werden, da der Wärmebedarf nicht groß genug ist.

Variante 6b

Bei der Variante 6b ist der Ausbau des Nahwärmenetzes berücksichtigt, der den Anschluss aller betrachteten Liegenschaften (Bereich C) vorsieht. Hierbei wird zusätzlich zur Erweiterung des bestehenden Nahwärmeverbundes eine weitere Trasse zwischen Sporthalle IGS und Sonderschule hindurch sowie unter der Südstraße hindurch in Richtung Seniorenheim verlegt. Außerdem wird auch die Verbindung zum alten Milchwerk hergestellt, so dass Wärme von hieraus in das Nahwärmenetz eingespeist werden kann. Somit sind bei dieser Variante des Nahwärmenetzes alle betrachteten Liegenschaften über Hausübergabestationen (HÜS) an das Nahwärmenetz angeschlossen.

Die Wärmeerzeugung basiert bei dieser Variante auf folgenden Bausteinen:

- 2 Erdgaskessel (2 * 460 kW$_{th}$) im Bauteil F der IGS (Bestand)
- 1 Heizölkessel (1.800 kW$_{th}$) im Bauteil F der IGS oder
  2 Heizölkessel (2 * 900 kW$_{th}$) im Bauteil A der IGS
- 2 Holzgas-BHKW (2 * 265 kW$_{el}$ / 245 kW$_{th}$) im alten Milchwerk

Die beiden Holzgas-BHKWs könnten in einer bisher ungenutzten Halle des ehem. Milchwerkes aufgestellt werden. In dieser Halle würde das Brennstoffhandling durch ein intelligentes Portalkransystem vollautomatisch ausgeführt. Die lasergesteuerte Kranschaufel greift HHS, die auf der Anlieferfläche lagern und beschickt den Holztrockner. Mit den getrockneten HHS befüllt der Portalkran den Holzvergaser.

Aufgrund dieser Konzeption der Brennstofflogistik kann auf den Einsatz konventioneller Fördertechnik, wie z.B. Schnecken, Schubböden oder Förderbänder verzichtet werden.

Die frischen HHS werden durch die Abwärme des BHKWs und des Holzvergasungsprozesses in einem Trockner auf eine Holzfeuchte von 15 % getrocknet. Die überschüssige Wärme kann in das Nahwärmenetz eingespeist bzw. zur Holzhackschnitzeltrocknung verwendet werden.

Im Festbettvergaser mit einer rechteckigen Reaktorgeometrie durchlaufen die HHS von oben nach unten mehrere Reaktionszonen (Trocknung, Pyrolyse und Oxidation), in deren Verlauf kontinuierlich Holzgas erzeugt wird. Im unteren Drittel erfolgt der Abzug des Holzgases.

Abbildung 1 Vollautomatische Brennstofflogistik mit Portalkran

Abbildung 2 und 3 Holzvergaser mit Rüttelrinne

Im untersten Teil des Holzvergasers wird Koksstaub automatisch auf einer Vibrationsrinne ausgetragen. Der Koksstaub kann z.B. für die Herstellung von Grillkohle weiter vermarktet werden. Durch den Brennstoff mit eingetragene Fremdstoffe (Steine, Metall- oder Glasteile) werden ebenfalls hier wieder ausgeschleust.

Durch eine mehrstufige Gasreinigung wird dauerhaft eine Holzgasqualität sichergestellt, die einen störungsfreien Betrieb des Verbrennungsmotors zulässt.

Das BHKW der Holzverstromungsanlage ist in einem Container untergebracht und besteht aus Zündstrahldieselmotor, Generator, Abgaskatalysator, Abgaswärmetauscher und Abgasschalldämpfer.

Das Holzverstromungsanlage wird modular aufgebaut und ist in zwei Modulgrößen mit einer elektrischen Leistung von 160 bzw. 265 kW_{el} erhältlich.

Abbildung 4 und 5 Ansicht der MHKW-Container und der Luftansaugung für den Holztrockner

Wenn die beiden Holzgas-BHKWs im Dauerbetrieb laufen (b_V = 7.500 h/a) werden jährlich ca. 4.000 Tonnen Holzhackschnitzel benötigt und ca. 4.000 MWh_{el} regenerativer Strom ins öffentliche Netz eingespeist. Gleichzeitig kann der Wärmebedarf des Nahwärmeverbundes (Bereich C) zu ca. 50 % regenerativ gedeckt werden. Mit der überschüssigen Wärme könnten dann noch mal ca. 5.600 Tonnen Holzhackschnitzel pro Jahr getrocknet werden.

Die Investitionskosten für die Variante 6b belaufen sich insgesamt auf ca. 2,2 Mio. €. Hiervon entfallen ca. 1,48 Mio. € auf die beiden Holzgas-BHKWs und ca. 350.000 € auf den Ausbau des Nahwärmenetzes. Die Jahresgesamtkosten für den Betrieb der Holzgas-BHKWs, der Erdgas- und der Heizölkessel belaufen sich bei der Variante 6b auf ca. 754.000 €/a. Durch die Einspeisevergütung nach dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) können Einnahmen in Höhe von ca. 800.000 €/a verbucht werden, so dass ein Überschuss von ca. 46.000 €/a erwirtschaftet werden kann. Die derzeitigen Jahreskosten für den bestehenden Nahwärmeverbund und für die dezentrale Wärmeversorgung der noch nicht angeschlossenen Liegenschaften (Basisvariante C) belaufen sich auf ca. 181.000 €/a.

Ausblick

Es zeigt sich, dass die Varianten bei denen Holz als nachwachsender Brennstoff im KWK-Prozess (Variante 4 und 6) eingesetzt wird, die aus ökologischer und ökonomischer Sichtweise sinnvollste Lösung darstellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wurde ein Holzpreis von 15 € (inkl. MWSt.) pro Schüttqubikmeter bzw. 60 €/t Waldhackschnitzel angesetzt. Wird hier aber auch Landschaftspflegeholz, das beim Abfallwirtschaftbetrieb Rhein-Hunsrück anfällt, eingesetzt, kann mit einem günstigeren Mischpreis kalkuliert werden.

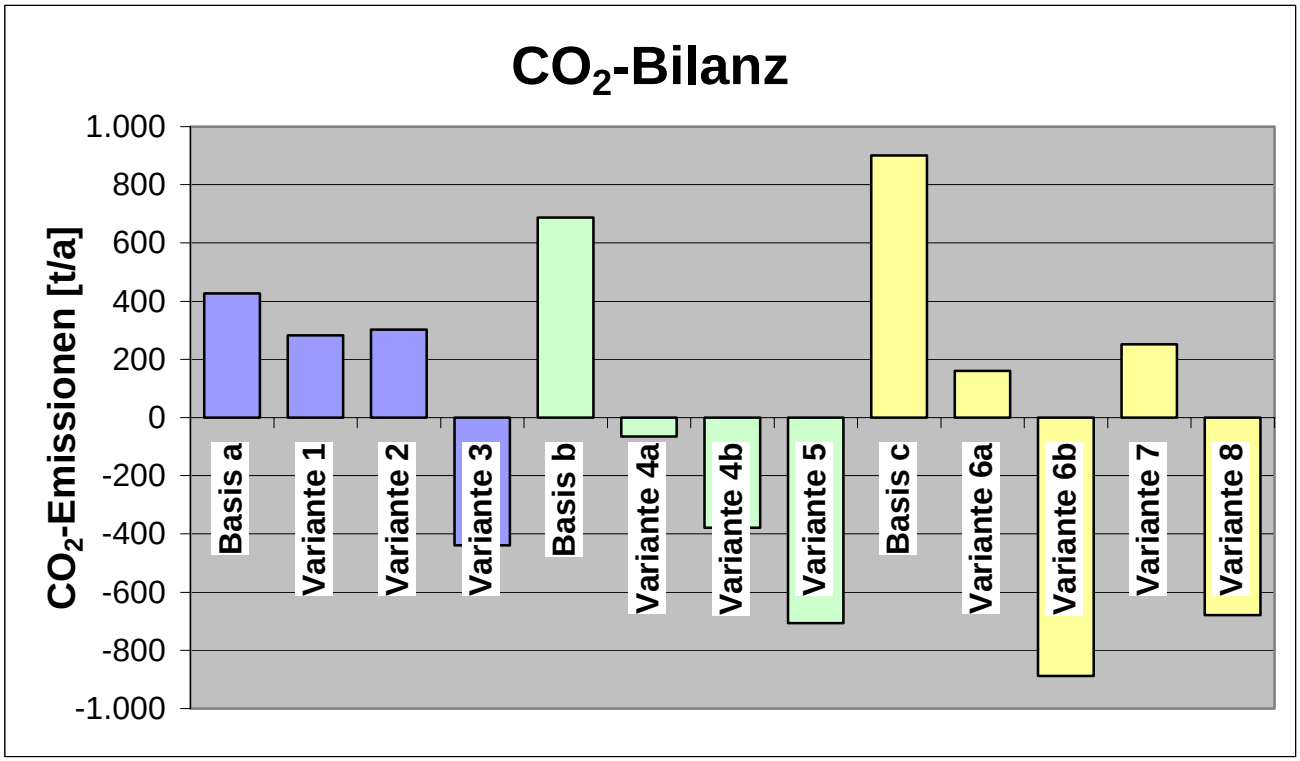


Abbildung 6 CO_2-Emissionen der untersuchten Varianten

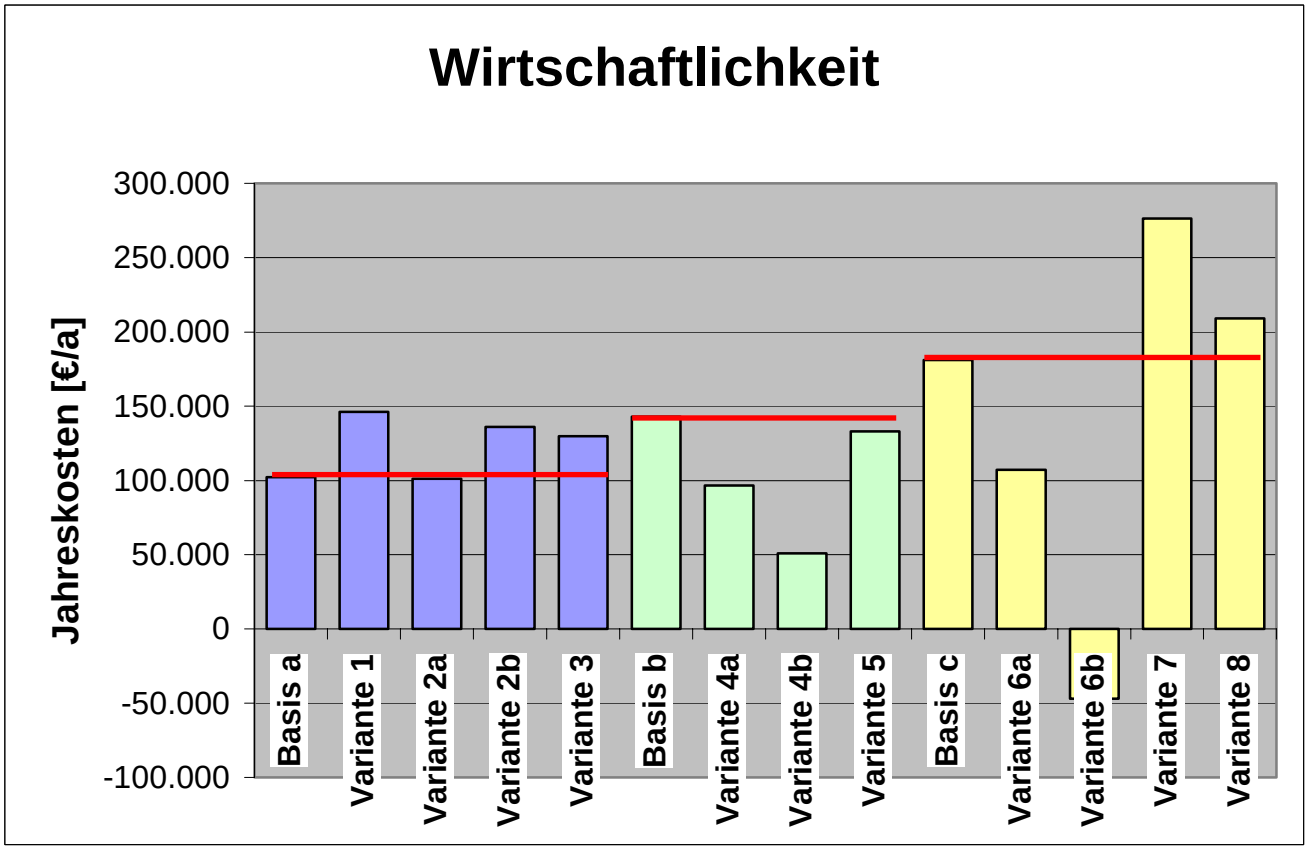


Abbildung 7 Wirtschaftlichkeit der untersuchten Varianten