

Machbarkeitsstudie „großer“ Holz-Nahwärmeverbund in Simmern

Mit freundlicher Unterstützung des:



Rheinland-Pfalz

**Ministerium für Umwelt, Forsten
und Verbraucherschutz**

Auftraggeber SGD Süd Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft
Rheinland-Pfalz, Abt. D

Datum 26.07.2006

Transferstelle Bingen · Berlinstr. 109 · 55411 Bingen · www.tsb-energie.de

Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wirtz

Tel: 06721 / 409 229

Fax: 06721 / 409 129

wirtz@tsb-energie.de

Dipl.-Ing. (FH) Kerstin Kriebs

Tel: 06721 / 409 296

Fax: 06721 / 409 184

kriebs@tsb-energie.de

im

Institut für Innovation, Transfer und Beratung GmbH · Berlinstraße 107a · 55411 Bingen am Rhein

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1 Ist-Analyse	5
1.1 Hunsrückschule	6
1.2 Wärmebedarf der Liegenschaften.....	8
2 Dezentrale Wärmeversorgung	9
2.1 Energiebilanz dezentrale Wärmeversorgung.....	9
2.2 Kohlendioxid-Emissionsbilanz dezentrale Wärmeversorgung	10
2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dezentrale Wärmeversorgung.....	11
3 Zentrale Wärmeversorgung	15
3.1 Vorstellung Erdgas-/Heizöl-BHKW	18
3.2 Vorstellung Holzhackschnitzelkessel.....	19
3.3 Vorstellung Holzgas-BHKW	21
3.4 Energiebilanz zentrale Wärmeversorgung.....	23
3.5 Kohlendioxid-Emissionsbilanz zentrale Wärmeversorgung	24
3.6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zentrale Wärmeversorgung.....	26
3.7 Sensitivitätsanalyse	33
4 Zusammenfassung	36
Anhang	39

Einleitung

Die Machbarkeitsstudie „großer“ Holz-Nahwärmeverbund in Simmern beruht auf zwei bereits vorgelegten Machbarkeitsstudien, die einen Holz-Nahwärmeverbund um das Freizeitbad in Simmern¹ und im Schulzentrum in Simmern² untersuchten. Da die Entfernung zwischen dem Schulzentrum und dem Freizeitbad ca. 900 m Luftlinie beträgt, wäre eine gemeinsame Wärmeversorgung der Liegenschaften denkbar. Hierdurch werden Synergieeffekte und Kosteneinsparungen erwartet.

Zusätzlich zu den vorangegangenen Studien wurde von der Verbandsgemeindeverwaltung Simmern und der Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück als weitere Liegenschaft die Hunsrückschule vorgeschlagen, die ebenfalls an das große Nahwärmenetz angebunden werden kann. Anhand dessen wird die Leitungsführung des Nahwärmenetzes optimiert.

Liegenschaften aus vorgelegten Machbarkeitsstudien:

- Freizeitbad / Hunsrückhalle
- Rottmann-Grundschule
- DRK (ehemals Post)
- Einkaufsmarkt
- Rathaus
- Finanzamt
- Amtsgericht
- Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Simmern
- Schloss
- Berufsbildende Schule I, II und III
- Herzog-Johann-Gymnasium mit Sporthalle
- Dr.-Kurt-Schöllhammer-Schule mit Sporthalle
- Regionale Schule mit Sporthalle
- Kindergarten

Weitere Liegenschaft:

- Hunsrückschule

Wie in den vorangegangenen Studien wird auch hier der Einsatz eines Holzhackschnitzelkessels zur Grundlastabdeckung betrachtet. Bedingt durch den hohen Jahresgesamtwärmebedarf, die hohe Wärmeleistung und des ganzjährigen Wärmebedarfs, die eine Heizzentrale abdecken muss, ist der „große“ Holz-Nahwärmeverbund für die Stromerzeugung auf Basis von Holz geeignet. Dazu wird die Holzvergasungstechnologie zu Grunde gelegt.

¹ TSB: Energiekonzept, Nahwärmeverbund Simmern, Bingen 2005

² TSB: Machbarkeitsstudie Holz-Nahwärme am Schulzentrum „Auf dem Füllkasten“ in Simmern, Bingen 2005

Für die Wärmeversorgung werden folgende Varianten verglichen:

Basisvariante	dezentrale Wärmeversorgung vorhandene bzw. Erneuerung Erdgas- und Heizöl-Kessel Erdgas-/Heizöl-BHKW im Freizeitbad
Variante 1	zentrale Wärmeversorgung vorhandene Erdgas-/Heizöl-BHKW im Freizeitbad Holzhackschnitzelkessel (Grundlast) Heizölkessel (Spitzenlast)
Variante 2	zentrale Wärmeversorgung Holzgas-BHKW Holzhackschnitzelkessel (Grundlast) Heizölkessel (Spitzenlast)

Die Ist-Analyse umfasst nur die neue, potentielle Liegenschaft zur Anbindung an den „großen“ Nahwärmeverbund, da die anderen Ist-Analysen aus den vorgelegten Studien entnommen werden können.

In einer Energiebilanz werden die Energie- und Brennstoffmengen für die dezentrale und zentrale Wärmeversorgung ermittelt. Darauf basiert eine Kohlenstoffdioxid-Emissionsbilanz zur ökologischen Bewertung der Varianten.

In einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Jahreskosten aus den Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten sowie einer Stromgutschrift für BHKW berechnet. Als Ergänzung wird der Wärmepreis angegeben, der einen anschaulichen Vergleich ermöglicht. Außerdem wird eine Sensitivitätsbetrachtung hinsichtlich der Brennstoffpreise durchgeführt. Damit kann der Einfluss einer Preissteigerung auf die Wirtschaftlichkeit der beiden Wärmeversorgungsvarianten dargestellt werden.

In der abschließenden Zusammenfassung werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt, sodass diese als Entscheidungshilfe zur Anlagenauswahl beitragen können.

1 Ist-Analyse

In der Ist-Analyse ist nur die zusätzliche Liegenschaft aufgeführt. Es werden die Verbrauchsdaten und die Kenngrößen der installierten Heizanlagen ausgewertet.

Mit gebäudetypischen Werten aus der Literatur zum Wärmebedarf und zur Wärmeleistung werden die vorliegenden Daten überprüft. Zur Auslegung der gemeinsamen Wärmeversorgung werden die neu berechneten Daten herangezogen, um ein Überdimensionierung zu vermeiden.



Abbildung 1-1 Lageplan der betrachteten Liegenschaften in Simmern

1.1 Hunsrückschule

Die Hunsrückschule ist eine Schule mit Förderschwerpunkt Lernen. Sie befindet sich unterhalb des Schulzentrums.

In 2005 wurde die Heizkesselanlage erneuert und auf den Brennstoff Holz umgestellt. Ein Holzhackschnitzelkessel mit 500 kW_{th} deckt die Grundlast ab, während ein vorhandener Erdgaskessel zur Spitzenlastabdeckung beibehalten wurde. Der bisherige Betrieb der Heizkessel zeigte, dass der Erdgaskessel nur zu Beginn der Inbetriebnahme und bei Ausfall des Holzhackschnitzelkessels Wärme liefert. Damit ist der Biomassekessel so ausgelegt, dass er den gesamten Jahreswärmebedarf auch im Hinblick auf die maximal benötigte Wärmeleistung abdecken könnte.

	Holzhackschnitzelkessel	Erdgaskessel
Fabrikat	Herz	
Wärmeleistung	500 kW _{th}	170 kW _{th}
Baujahr	2005	
Abgasverluste	3 %	

Da es sich um eine neue Kesselanlage handelt, ist die Anbindung an den zu untersuchenden Nahwärmeverbund nur zur Abdeckung des Spitzenlastbedarfs sinnvoll. Insbesondere dann, wenn der Erdgaskessel seine Nutzungsdauer erreicht hat.

Der Holzhackschnitzelpreis richtet sich nach der erzeugten Wärmemenge des Biomassekessels, die mit einem Wärmemengenzähler bestimmt wird. Anhand der vorliegenden Daten schätzte die Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück einen Jahreswärmebedarf in Höhe von rund 550.000 kWh_{th}/a ab.

Hunsrücksschule	
Jahreswärmebedarf	550.000 kWh _{th} /a
installierte Heizleistung	670 kW _{th}
Vollbenutzungsstunden	821 h/a
beheizte Fläche, gesamt	3.681 m ²
spez. Jahreswärmebedarf	149 kWh _{th} /(m ² a)
spez. Wärmeleistung	182 W _{th} /m ²
gebäudetypische Werte	
spez. Heizenergiebedarf Raumheizung	75 - 250 kWh _{th} /(m ² a) ¹
spez. Wärmeleistung Raumheizung	75 - 150 W _{th} /m ² ¹
Vollbenutzungsstunden einschichtig	1.018 – 1.370 h/a ¹

Tabelle 1-1 Ist-Daten Hunsrücksschule

Die niedrigen Vollbenutzungsstunden und die hohe, spezifische Wärmeleistung zeigen, dass der Biomassekessel mit 500 kW_{th} die Hunsrücksschule vollständig mit Wärme versorgen könnte und der vorhandene Erdgaskessel der Versorgungssicherheit dient.

Demnach kann der Biomassekessel rund 1.100 h/a Vollbenutzungsstunden erreichen. Die spezifische Wärmeleistung beträgt 136 W_{th}/m².

Für die weiteren Berechnungen wird deswegen 500 kW_{th} als Wärmeleistungsbedarf für die Hunsrücksschule angesetzt. Außerdem wird angenommen, dass der Biomassekessel 90 % und der Erdgaskessel 10 % des Jahreswärmebedarfs abdeckt.

¹ Kubessa Michael, Energiekennwerte: Handbuch für Beratung, Planung und Betrieb, 1998, Potsdam

1.2 Wärmebedarf der Liegenschaften

Die Ist-Analyse überprüfte mit gebäudespezifischen Werten zum Wärmebedarf und zur Wärmeleistung die installierte Heizleistung in den einzelnen Liegenschaften. Zur Auslegung der Heizzentrale für eine gemeinsame Wärmeversorgung werden die neu ermittelten Daten herangezogen, um eine Überdimensionierung zu vermeiden.

In der folgenden Tabelle sind die Daten zum Wärmebedarf ohne die Nahwärmeverluste der Liegenschaften zusammengefasst.

Liegenschaft	Wärmebedarf kWh _{th} /a	Wärmeleistung kW _{th}	Vollbenutzungsstunden h/a
Freizeitbad / Hunsrückhalle	2.764.500	1.260	2.194
Rottmann-Grundschule	546.000	475	1.149
DRK (ehemals Post)	182.000	150	1.213
Einkaufsmarkt	148.000	120	1.233
Rathaus	327.000	320	1.022
Finanzamt	145.000	140	1.036
Amtsgericht	270.000	206	1.311
DLR	238.000	230	1.035
Schloss	285.000	240	1.188
Hunsrückschule	550.000	500	1.100
Berufsbildende Schule I	624.000	600	1.040
Berufsbildende Schule II	109.000	150	727
Berufsbildende Schule III	66.000	66	1.000
Herzog-Johann-Gymnasium	1.133.000	750	1.511
Sporthalle Herzog-Johann-Gymnasium	218.000	150	1.453
Dr.-Kurt-Schöllhammer-Schule mit Sporthalle	216.000	200	1.080
Regionale Schule	489.000	450	1.087
Sporthalle Regionale Schule	413.000	300	1.377
Kindergarten	19.000	15	1.267

Tabelle 1-2 Wärmebedarf und Wärmeleistung der Liegenschaften

2 Dezentrale Wärmeversorgung

Um die beiden Varianten zur gemeinsamen Wärmeversorgung bewerten zu können, wird die dezentrale Wärmeversorgung der einzelnen Liegenschaften zu einer Basisvariante zusammengefasst. Wenn erforderlich, wird eine Erneuerung der dezentralen Wärmeversorgung gerechnet. Zunächst wird für jede Liegenschaft die Wärmeversorgung dargestellt.

2.1 Energiebilanz dezentrale Wärmeversorgung

In der Energiebilanz sind die umgesetzten Energie- und Brennstoffmengen für die dezentrale Wärmeversorgung der Liegenschaften aufgeführt. Für die Gegenüberstellung zur gemeinsamen Wärmeversorgung werden alle Daten zu einer Basisvariante zusammengefasst. Die Energiebilanz für die einzelnen Liegenschaften können aus dem Anhang entnommen werden.

Zur Basisvariante zusammengefasst stellt sich die Energiebilanz wie folgt dar.

		Basisvariante
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	8.742.500
Wärmeleistung	kW _{th}	6.322
Wärmebedarf inkl. Nahwärmeverluste	kWh _{th} /a	8.768.500
Wärmeleistung inkl. Nahwärmeverluste	kW _{th}	6.327
Wärmeleistung Kessel	kW _{th}	6.212
Wärmeleistung BHKW	kW _{th}	300
Wärmeerzeugung Kessel	kWh _{th} /a	7.231.000
Wärmeerzeugung BHKW	kWh _{th} /a	1.537.500
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{Hu} /a	7.087.447
	kWh _{Ho} /a	7.796.192
Erdgasbedarf BHKW	kWh _{Hu} /a	1.462.000
	kWh _{Ho} /a	1.608.200
Heizölmenge Kessel	l/a	492.765
Heizölmenge BHKW	l/a	2.038.000
HHS-Menge Kessel	Sm ³ /a	633
Elektrische Leistung BHKW	kW _{el}	200
Stromerzeugung BHKW	kWh _{el} /a	1.025.000

Tabelle 2-1 Energiebilanz dezentrale Wärmeversorgung

2.2 Kohlendioxid-Emissionsbilanz dezentrale Wärmeversorgung

Eine ökologische Bewertung der Wärmeversorgung erfolgt mithilfe einer Kohlendioxid-Emissionsbilanz.

Zunächst wird der Ist-Zustand mit dem derzeitigen Energieverbrauch dargestellt. Durch die Erneuerung mancher Heizkessel bzw. Umstellung von einer elektrischen Beheizung auf eine Warmwasserheizung (BBS I Teil C) ergeben sich niedrigere Emissionen. Die Kohlendioxid-Emissionsbilanzen der einzelnen Liegenschaften können aus dem Anhang entnommen werden.

Die spezifische CO₂-Emission für Erdgas beträgt 254,1 g CO₂/kWh_{Hu}, für Heizöl 317,7 g CO₂/kWh_{Hu}, für Holzhackschnitzel 58,4 g CO₂/kWh_{Hu} und für Strom 682,6 g CO₂/kWh_{el}.

		Basisvariante Ist-Zustand	Basisvariante Erneuerung Heizanlagen
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{Hu} /a	6.939.500	7.087.447
Erdgasbedarf BHKW	kWh _{Hu} /a	1.462.000	1.462.000
Heizölbedarf Kessel	kWh _{Hu} /a	603.000	451.696
Heizölbedarf BHKW	kWh _{Hu} /a	2.038.000	2.038.000
HHS-Bedarf Kessel	kWh _{Hu} /a	549.148	549.148
Heizstrombedarf	kWh _{el} /a	255.000	0
Stromerzeugung BHKW	kWh _{el} /a	1.025.000	1.025.000
Strombedarf Hilfsenergie	kWh _{el} /a	92.375	92.375
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	2.544	2.359

Tabelle 2-2 CO₂-Emissionsbilanz dezentrale Wärmeversorgung

Eine teilweise Erneuerung der Heizanlage führt zu etwa 8 % Einsparung an CO₂-Emissionen.

2.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dezentrale Wärmeversorgung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berechnet für die Erneuerung der Heizanlagen in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 aus den überschlägig ermittelten Investitionskosten die Kapitalkosten, die zusammen mit den Verbrauchs- und Betriebskosten die Jahreskosten ergeben. Zur Ermittlung der Kapitalkosten werden überschlägige Investitionskosten zu Grunde gelegt. Für die bestehenden BHKW werden die vermiedenen Strombezugskosten in Form einer Stromgutschrift berücksichtigt.

Rahmenbedingungen

Bestimmung kapitalgebundene Kosten

Zinssatz	4 %
Abschreibungsdauer Demontage	15 Jahre
Abschreibungsdauer Maschinenteknik	20 Jahre
Abschreibungsdauer Generalüberholung BHKW	15 Jahre
Abschreibungsdauer Planung, Unvorhergesehenes	15 Jahre

Bestimmung verbrauchsgebundene Kosten

Hunsrückschule	
spez. HHS-Preis	22,47 €/MWh _{th} inkl. 7 % MwSt.
Arbeitspreis Erdgas ¹	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW	20,4991 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW	9,2221 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand Februar 06)	16,79 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Berufsbildende Schule I, II	
Arbeitspreis Erdgas (Stand April 06)	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW (Stand April 06)	20,4991 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW (Stand April 06)	9,2221 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand Januar 05)	13,20 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Berufsbildende Schule III	
Arbeitspreis Erdgas (Stand Januar 06)	5,39 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 10 kW (Stand Februar 06)	174 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 10 kW (Stand Februar 06)	6,96 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand Januar 05)	13,20 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.

¹ TSB: Annahme Erdgaspreise wie andere Schulgebäude

Gymnasium (mit Grundschule und Sporthallen)	
Arbeitspreis Erdgas (Stand April 06)	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW (Stand April 06)	20,4991 €/kW*a inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW (Stand April 06)	9,2221 €/kW*a inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand Juni 05)	13,89 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Regionale Schule mit Sporthalle	
Arbeitspreis Erdgas (Stand April 06)	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW (Stand April 06)	20,4991 €/kW*a inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW (Stand April 06)	9,2221 €/kW*a inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand November 05)	14,00 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Kindergarten ¹	
Arbeitspreis Erdgas	5,16 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas	205,23 €/a inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Annahme TSB)	14,0 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Freizeitbad / Hunsrückhalle	
Arbeitspreis Erdgas Heizkessel (Stand April 06)	5,3078 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Arbeitspreis Erdgas BHKW (Stand April 06)	3,7929 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
spez. Heizölpreis Heizkessel ²	57 Ct/l inkl. MwSt.
spez. Heizölpreis BHKW	43,005 Ct/l inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand Dezember 04)	21,10 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Rottmann-Grundschule	
Arbeitspreis Erdgas (Stand April 06)	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW (Stand April 06)	20,4991 €/kW*a inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW (Stand April 06)	9,2221 €/kW*a inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis ³	14,18 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
DRK (ehemals Post)	
spez. Heizölpreis ²	57 Ct/l inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis ²	14,18 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Einkaufsmarkt	
spez. Heizölpreis ²	57 Ct/l inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis ²	14,18 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Rathaus	
Arbeitspreis Erdgas (Stand April 06)	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW (Stand April 06)	20,4991 €/kW*a inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW (Stand April 06)	9,2221 €/kW*a inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand Januar 05)	14,17 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.

¹ TSB: Annahme Steigerung Arbeitspreis und Grundpreis wie Grundschule

² Heizölbörse: PLZ-Gebiet 55, 13. KW 2006, extrapoliert

³ TSB: Annahme wie Rathaus

Finanzamt	
Arbeitspreis Erdgas ¹	5,34 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 10 kW ⁴	111,36 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 10 kW ⁴	6,96 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand 03)	17,81 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Amtsgericht	
Arbeitspreis Erdgas ²	5,3705 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 150 kW ¹	20,4991 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 150 kW ¹	9,2221 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand 03)	17,81 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
DLR Simmern	
Arbeitspreis Erdgas ³	5,34 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 10 kW ²	111,36 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 10 kW ²	6,96 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis (Stand 03)	17,52 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Schloss	
Arbeitspreis Erdgas (Stand Januar 06)	5,34 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas bis 10 kW (Stand Januar 06)	111,36 €/(kW*a) inkl. MwSt.
Grundpreis Erdgas über 10 kW (Stand Januar 06)	6,96 €/(kW*a) inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis ²	14,17 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Bestimmung betriebsgebundene Kosten	
Wartung / Instandhaltung Heizkessel	2 % der Investition (Heizkessel)
spez. Wartungskosten BHKW-Anlage	1,64 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Personalkosten	35 €/h inkl. MwSt.
Emissionsüberwachung Erdgas-/Heizölkessel	90 €/a inkl. MwSt.
Emissionsüberwachung Biomassekessel	120 €/a inkl. MwSt.
Ascheentsorgung HHS-Kessel	150 €/t inkl. MwSt.

¹ TSB: Annahme wie Schloss

² TSB: Annahme wie Schloss

³ TSB: Annahme wie Rathaus

Bestimmung Erlöse Stromerzeugung

Der erzeugte BHKW-Strom wird vollständig in das Hausnetz des Freizeitbads eingespeist, sodass sich die Erlöse aus den vermiedenen Stromkosten berechnen. Da nur ein geringer Anteil des Strombedarfs im Freizeitbad vom öffentlichen Netz bezogen wird, berechnet das zuständige Energieversorgungsunternehmen einen höheren Strompreis. Deswegen werden die Erlöse nicht mit dem derzeitigen Strompreis bestimmt, sondern ein Strompreis abgeschätzt, der bei vollständiger Stromversorgung aus dem öffentlichen Netz vorliegen könnte.

Arbeitspreis Strom¹

11,6 Ct/kWh_{el} inkl. MwSt.

Die abgeschätzten Investitionskosten für die erneuerungsbedürftigen Anlagen sowie die Wirtschaftlichkeitsberechnungen der einzelnen Liegenschaften sind aus dem Anhang zu entnehmen.

Die Wirtschaftlichkeit der dezentralen Wärmeversorgung ist als Basisvariante in der Tabelle zusammengefasst.

		Basisvariante
Nennwärmeleistung	kW _{th}	6.322
Investitionskosten inkl. MwSt.	€	556.100
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	44.218
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	719.452
Betriebskosten inkl. MwSt.	€/a	45.324
Summe Kosten	€/a	808.994
Gutschrift Rückerstattung Mineralölsteuer	€/a	24.764
Stromgutschrift inkl. MwSt.	€/a	118.900
Summe Erlöse	€/a	143.664
Jahreskosten inkl. MwSt.	€/a	665.330
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	8.742.500
Wärmepreis inkl. MwSt.	Ct/kWh _{th}	7,6

Tabelle 2-3 Wirtschaftlichkeit dezentrale Wärmeversorgung

¹ TSB: Annahme

3 Zentrale Wärmeversorgung

Zur zentralen Wärmeversorgung der Liegenschaften werden zwei Varianten unterschieden.

Variante 1: zentrale Wärmeversorgung
vorhandene Erdgas/Heizöl-BHKW im Freizeitbad
Holzhackschnitzelkessel (Grundlast)
Heizölkessel (Spitzenlast)

Variante 2: zentrale Wärmeversorgung
Holzgas-BHKW
Holzhackschnitzelkessel (Grundlast)
Heizölkessel (Spitzenlast)

Das zu verlegende Nahwärmenetz wird abhängig von den anzubindenden Liegenschaften und deren Lage hinsichtlich der Leitungsführung optimiert. Mit den daraus resultierenden Wärmeverlusten können der Gesamtwärmebedarf und die erforderliche Wärmeleistung im Nahwärmeverbund bestimmt werden. Als Standort der Heizzentrale wird für beide Varianten das Grundstück neben der Kläranlage gewählt.

Die beiden Wärmeversorgungsvarianten werden mit ihrer Technik kurz vorgestellt.

Anschließend wird eine Energiebilanz aufgestellt, die die Grundlage der Kohlendioxidemissionsbilanz und der Wirtschaftlichkeit ist. Zur Beurteilung der Varianten werden die entsprechenden Werte auch für die Basisvariante der dezentralen Wärmeversorgung mit aufgeführt.

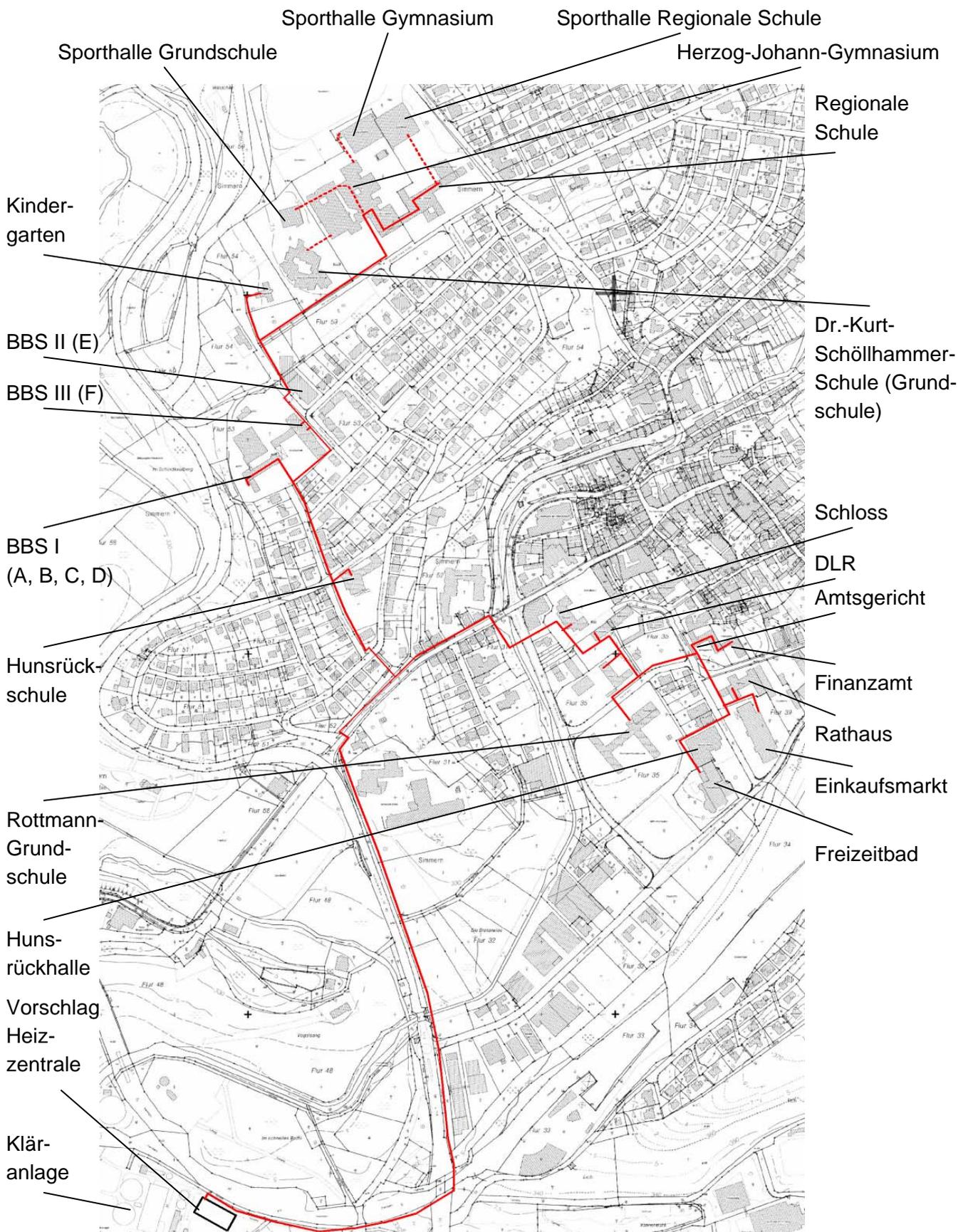


Abbildung 3-1 Lageplan mit Vorschlag Trassenführung Nahwärmenetz

	Nahwärmetrasse	Hausanschluss	Gesamtnetz
Länge innerhalb Gebäude	0 m	420 m	420 m
Länge unbefestigtes Gelände	1.015 m	0 m	1.015 m
Länge befestigtes Gelände	1.660 m	1.600 m	3.360 m
Länge, gesamt	2.675 m	2.020 m	4.695 m

Tabelle 3-1 Abgeschätzte neu zu verlegende Trassenlänge Nahwärmenetz

	Wärmebedarf kWh _{th} /a	Wärmeleistung kW _{th}
Freizeitbad / Hunsrückhalle	2.764.500	1.260
Rottmann-Grundschule	546.000	475
DRK (ehemals Post)	182.000	150
Einkaufsmarkt	148.000	120
Rathaus	327.000	320
Finanzamt	145.000	140
Amtsgericht	270.000	206
DLR Simmern	238.000	230
Schloss	285.000	240
Hunsrückschule (nur Spitzenlast)	55.000	500
BBS I	624.000	600
BBS II	109.000	150
BBS III	66.000	66
Herzog-Johann-Gymnasium	1.351.000	900
Dr.-Kurt-Schöllhammer-Schule	216.000	200
Regionale Schule	902.000	750
Kindergarten	19.000	15
Summe	8.247.500	6.322
Nahwärmeverluste	1.057.000	127
Summe	9.304.500	6.449
Gleichzeitige Spitzenleistung		5.000

Tabelle 3-2 Wärmebedarf und Wärmeleistung Nahwärmeverbund

Um den gesamten Wärmebedarf im Nahwärmeverbund abdecken zu können, sind von der Heizzentrale insgesamt rund 5.000 kW_{th} als Wärmeleistung bereitzustellen.

3.1 Vorstellung Erdgas-/Heizöl-BHKW

Ein Blockheizkraftwerk besteht aus einem Verbrennungsmotor, der einen Generator antreibt. Die freiwerdende Wärme des Motors kann in das Wärmenetz eingespeist werden. Die Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht eine effizientere Nutzung des eingesetzten Brennstoffs, da zusätzlich zur Stromerzeugung die entstehende Abwärme nutzbar ist.

Ein wärmegeführter Betrieb des Blockheizkraftwerks ermöglicht eine Grundlastabdeckung des Wärmebedarfs; der gleichzeitig erzeugte Strom kann ins Hausnetz zum Eigenverbrauch und/oder der Überschussstrom ins öffentliche Netz eingespeist werden. Durch den Eigenverbrauch des erzeugten Stromes reduzieren sich die Stromkosten. Für die Einspeisung ins öffentliche Netz zahlt das zuständige Energieversorgungsunternehmen eine Einspeisevergütung. Außerdem erhält der Betreiber nach dem KWK-Gesetz eine Zuschlagszahlung für den eingespeisten Strom.

Um ein Blockheizkraftwerk wirtschaftlich zu betreiben, wird es so ausgelegt, dass sich möglichst hohe Vollbenutzungsstunden ergeben. Damit dies erreicht werden kann, ist ein Pufferspeicher vorzusehen, der vom Blockheizkraftwerk geladen werden kann, wenn keine Wärmeabnahme vom Heizsystem stattfindet.



Abbildung 3-2 Motor-BHKW (Quelle: Mothermik GmbH)

Im Freizeitbad sind zwei Erdgas-/Heizöl-BHKW mit jeweils $100 \text{ kW}_{\text{el}}$ und $150 \text{ kW}_{\text{th}}$ installiert, von denen ein BHKW schon generalüberholt wurde und für das andere BHKW noch eine Generalüberholung ansteht. Deswegen wird in der Variante 1 der Weiterbetrieb der BHKW betrachtet. Die BHKW-Anlage wird weiterhin am Standort Freizeitbad zur Strom- und Wärmeversorgung des Bades betrieben. Der Restwärmebedarf wird über den Nahwärmeverbund abgedeckt.

3.2 Vorstellung Holzhackschnitzelkessel

Aus Waldrestholz (Schwachholz aus Schlagabraum, Durchforstung) oder aus unbehandeltem Industrierestholz werden mit speziellen Hackmaschinen Holzhackschnitzel in etwa Streichholzschachtelgröße hergestellt. Durch die Schütffähigkeit der Holzhackschnitzel sind deren Transport, die Lagerung und die automatische Beschickung der Feuerungsanlage problemlos. Aufgrund dessen ist ein kontinuierlicher Betrieb eines Biomassekessels ohne großen Bedienungsaufwand gewährleistet.

Das Lager der Holzhackschnitzel wird nach dem gewählten Austragungssystem, der Brennstofffeuchte und die zu lagernde Menge bestimmt. Außerdem sind die örtlichen Gegebenheiten für die Anforderungen an das Lager zu berücksichtigen. Neben Silos (z. B. Fahr- bzw. Tunnelsilo) und Bunker kann der Brennstoff im Gebäude gelagert werden. Alternativ dazu können die Holzhackschnitzel in Container geliefert werden.

Unterschiedliche Austragungssysteme transportieren die Holzhackschnitzel aus dem Lager zur Brennstoffzuführung des Biomassekessels. Zur automatischen Austragung werden Schubböden, Teleskopfräsen oder Austragungsschnecken eingesetzt. Diese beschicken die Förderschnecke, die auch als Dosierschnecke bezeichnet wird, da mit ihr die Kesselleistung geregelt werden kann, oder einen Kratzkettenförderer zum Kessel. Das Brennstofflager sollte sich möglichst nahe an der Kesselanlage befinden, um eine geringe Länge der Transportschnecken zu benötigen. Dadurch kann die Gefahr des Zusetzens der Förderschnecke durch die Holzhackschnitzel vermieden werden.



Abbildung 3-3 Biomassekessel mit Vorschubrostfeuerung
(Quelle: Fa. Schmid AG, CH-Eschlikon)



Abbildung 3-4 Holzhackschnitzellager (Quelle: Holzhackschnitzellager Schulzentrum Salmthal)

Die Dosierschnecke oder Hydraulikzylinder fördert die Holzhackschnitzel in die Brennstoffmulde, wo sie unter Luftzufuhr während der Verbrennung zunächst Holzgas bilden. Unter Zugabe von Sekundärluft verbrennt das Holzgas, und die dabei erzeugte Wärme wird über Wärmetauscher an das Heizmedium Wasser abgegeben. Eine Rostfeuerung ermöglicht dagegen eine Vortrocknung von Holzhackschnitzel mit einer etwas höheren Restfeuchte, indem der zugeführte Brennstoff von den Brenngasen, die über den Rost geführt werden, getrocknet wird.

Moderne Holzfeuerungsanlagen sind mit einer Leistungsregelung zur Anpassung der Wärmeproduktion auf den benötigten Wärmebedarf ausgestattet. Außerdem ist eine Verbrennungsregelung notwendig, die durch Minimierung der Emissionen von unverbrannten Gasen eine Wirkungsgraderhöhung der Feuerungsanlage ermöglicht.

Die Staubabscheidung erfolgt je nach Leistungsgröße des Kessels mit einen oder mehreren Zyklonen. Zur Rauchgasreinigung bei Anlagen mit einer Kesselleistung ab etwa 500 kW_{th} werden zusätzlich Gewebe-, Elektrofilter oder eine Rauchgaskondensation eingesetzt.

Da die Kesselleistung der Biomassekessel zwischen 30 % und 100 % seiner Nennleistung regelbar ist, kann eine Teillast kleiner als 30 % der Nennleistung mit einem Pufferspeicher abgedeckt werden. Dadurch reduziert sich die sonst notwendige Schalthäufigkeit, und die Holzfeuerungsanlage wird effizienter genutzt.

In der Regel wird ein Biomassekessel bivalent mit einem konventionellen Heizkessel betrieben, um eine Notversorgung zu gewährleisten und die Investitionskosten möglichst niedrig zu halten. Der Biomassekessel wird zur Abdeckung einer Grund- und Mittellast ausgelegt, während ein erdgas- oder heizölbefuehrter Kessel als Spitzenlastkessel eingesetzt wird.

Neben Holzhackschnitzel aus Waldholz oder unbehandeltes Industrierestholz kann auch zerkleinertes Landschaftspflegegrün zur Verfeuerung in einem Biomassekessel eingesetzt werden.

Um lange Transportwege zu vermeiden, sollte sich das Holzhackschnitzzellager direkt neben der Heizzentrale befinden.

Die erforderliche Lagergröße berechnet sich nach dem Brennstoffbedarf, der notwendig ist, um die Holzfeuerungsanlage an 5 bis 10 Tagen unter Vollast zu betreiben. Aufgrund des LKW-Ladevolumens können zwischen etwa 40 und 80 Sm³ angeliefert werden.

Für den Standort der Heizzentrale mit Holzhackschnitzkessel und Heizölkessel wird das befestigte Grundstück neben der Kläranlage in Simmern ausgewählt. Da es eine ebene Fläche aufweist ist ein oberirdisches Holzhackschnitzzellager erforderlich, ähnlich wie das oben abgebildete Lager. Zur Beschickung des Lagers bietet sich ein Radlader an.

In beiden Varianten zu einem Nahwärmeverbund wird ein Holzhackschnitzkessel mit ca. 1.500 kW_{th} zur Grundlastabdeckung angesetzt.

Mit einer Nennwärmeleistung von über 1 MW_{th} des Biomassekessels zur Verfeuerung von naturbelassenen Holzhackschnitzeln ist die gesamte Kesselanlage der Heizzentrale nach der 4. BImSchV¹ genehmigungsbedürftig. Die Anforderungen zur Luftreinhaltung ergeben sich aus der TA Luft².

3.3 Vorstellung Holzgas-BHKW

Ein Holzgas-MHKW erreicht im Vergleich zu anderen KWK-Anlagen auf Basis von Biomasse die höchsten elektrischen Wirkungsgrade.

Als Brennstoff für das Motorheizkraftwerk wird Holzgas eingesetzt, das in einer Holzvergasung entsteht. Dazu werden Holzstücke, Sägespäne, Holzhackschnitzel oder brikettiertes Feinmaterial unterstöchiometrisch oxidiert. Die Vergasung läuft in mehreren Schritten ab. Zuerst verdampft das Wasser. Bei zunehmender Temperatur entweichen die flüchtigen Bestandteile im Holz. Die nicht verbrannte Holzkohle wird bei Temperaturen oberhalb von 1.100°C vergast. Die übrigen Holzkohlepartikel werden aus dem Vergasungsprozess ausgelesen. Für den Einsatz in einem Blockheizkraftwerk ist eine Aufbereitung des Rohgases notwendig. Dazu wird das Rohgas gekühlt, entstaubt und getrocknet. Technische Schwierigkeiten bestehen noch durch den Teergehalt bei der Holzvergasung.

¹ Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV) Vom März 1997 (BGBl. I S. 504) zuletzt geändert am 20. Juni 2005 (BGBl. I Nr. 35 S. 1687)

² Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002



Abbildung 3-5 Holzvergasungsanlage (Quelle: Mothermik GmbH)

Für den Einsatz in einem Motorheizkraftwerk sollte weniger als 50 mg Teer in einem m³ Holzgas enthalten sein. Um dies zu erreichen, werden moderne Vergasungsverfahren zur Reduzierung der Teerbildung eingesetzt. Mit einem katalytischen Reformier können die im Holzgas enthaltenen Teere in Brenngas umgewandelt werden.

Das Holzgas wird zur Strom- und Wärmeenerzeugung einem Motorheizkraftwerk zugeführt. Da für die Zündung eine bestimmte Menge Heizöl oder Rapsmethylester (RME) benötigt wird, erfolgt die Verbrennung des Holzgases in einem Zweistoffmotor. Alternativ kann auch ein Otto-Motor, der nur mit dem Holzgas betrieben wird, mit vorausgesetzter Zündfähigkeit des Holzgases zum Einsatz kommen. Die vom Motor gelieferte mechanische Arbeit wird im Generator in elektrische Arbeit umgewandelt. Der erzeugte Strom kann entweder ins öffentliche Netz eingespeist oder zum Eigenverbrauch verwendet werden.

Die Wärme der Abgase und des Motorkühlwassers ist über Wärmetauscher zu Heizzwecken einsetzbar. Die Anlage von Mothermik nutzt die Wärme der Abgase zur Brennstofftrocknung und stellt die Wärme des Motorkühlwassers zu Heizzwecken zur Verfügung.

Zwei Module mit jeweils 265 kW_{el} elektrische Leistung und 241 kW_{th} thermische Leistung werden in der Variante 2 betrachtet.

3.4 Energiebilanz zentrale Wärmeversorgung

In der Energiebilanz sind die umgesetzten Energie- und Brennstoffmengen sowohl für die beiden zentralen Wärmeversorgungsvarianten als auch die Zusammenfassung der dezentralen Wärmeversorgung als Basisvariante aufgeführt.

		Basisvariante dezentral	Variante 1 zentral	Variante 2 zentral
		NT/BW-Kessel + Gas/Öl-BHKW HHS + Erdgas + Heizöl	NT-Kessel + Gas/Öl-BHKW HHS + Erdgas + Heizöl	NT-Kessel + Holzgas-BHKW HHS + Heizöl
Wärmebedarf ¹	kWh _{th} /a	8.768.500	9.304.500	9.304.500
Wärmeleistung	kW _{th}	6.322	5.000	5.000
Nennwärmeleistung				
Erdgas-NT/BW-Kessel	kW _{th}	5.442		
Heizöl-NT-Kessel	kW _{th}	270	3.330	3.330
Erdgas-/Heizöl-BHKW	kW _{th}	300	300	
HHS-Kessel	kW _{th}	500	1.500	1.500
Holzgas-BHKW	kW _{th}			483
Summe	kW _{th}	6.512	5.130	5.313
Wärmeerzeugung				
Erdgas-NT/BW-Kessel	kWh _{th} /a	6.406.000		
Heizöl-NT-Kessel	kWh _{th} /a	330.000	1.860.900	1.860.900
Gas/Öl-BHKW	kWh _{th} /a	1.537.500	1.537.500	
HHS-Kessel	kWh _{th} /a	495.000	5.906.100	5.030.200
Holzgas-BHKW	kWh _{th} /a			2.413.400
Summe	kWh _{th} /a	8.768.500	9.304.500	9.304.500
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{Ho} /a	7.796.192		
Erdgasbedarf BHKW	kWh _{Ho} /a	1.608.200	1.608.200	
Heizölbedarf Kessel	l/a	45.170	202.272	202.272
Heizölbedarf BHKW	l/a	203.800	203.800	
HHS-Bedarf Kessel	Sm ³ /a	633	8.434	7.172
HHS-Bedarf BHKW	Sm ³ /a			11.935
BHKW				
elektrische Leistung	kW _{el}	200	200	500
Stromerzeugung	kWh _{el} /a	1.025.000	1.025.000	2.500.000

Tabelle 3-3 Energiebilanz dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Um ein Vorratsvolumen für einen dreitägigen Volllastbetrieb von etwa 156 Sm³ vorhalten zu können, ist ein Lagervolumen mit ca. 370 m³ erforderlich.

¹ Im Nahwärmeverbund inklusive Nahwärmeverluste

3.5 Kohlendioxid-Emissionsbilanz zentrale Wärmeversorgung

Eine ökologische Bewertung der Wärmeversorgung erfolgt mithilfe einer Kohlendioxid-Emissionsbilanz.

Unter Anrechnung der CO₂-Neutralität der Biomasse Holz und unter der Berücksichtigung der zur Herstellung sowie Transport der Holzhackschnitzel benötigten Energie ergibt sich für Holzhackschnitzel eine spezifische CO₂-Emission von 58,4 g CO₂/kWh_{BS}. Für Rapsölmethylester (RME) als Zündöl des Holzgas-BHKW sind 322,8 g CO₂/kWh_{Hu} anzusetzen.

Die spezifische CO₂-Emission für Erdgas beträgt 254,1 g CO₂/kWh_{Hu} und für Heizöl 317,7 g CO₂/kWh_{Hu}.

Durch die dezentrale Stromerzeugung mit einem BHKW vermindern sich durch die verringerte Stromerzeugung im deutschen Kraftwerkmix die globalen Kohlendioxid-Emissionen. Die spezifische CO₂-Emission für Strom aus dem deutschen Kraftwerkmix beträgt 682,6 g CO₂/kWh_{el}.

Zur Bewertung der Kohlendioxidemissionen wird die zentrale Wärmeversorgung mit der dezentralen Wärmeversorgung verglichen.

		Ist-Zustand dezentral NT/BW-Kessel + Gas/Öl-BHKW Erdgas + Heizöl	Basisvariante dezentral NT/BW-Kessel + Gas/Öl-BHKW Erdgas + Heizöl	Variante 1 Zentral NT-Kessel + Gas/Öl- BHKW HHS + Erd- gas + Heizöl	Variante 2 Zentral NT-Kessel + Holzgas- BHKW HHS + Heizöl
Erdgasbedarf					
Kessel	kWh _{Hu} /a	6.939.500	7.087.447		
BHKW	kWh _{Hu} /a	1.462.000	1.462.000	1.462.000	
Heizölbedarf					
Kessel	kWh _{Hu} /a	603.000	451.696	2.022.717	2.022.717
BHKW	kWh _{Hu} /a	2.038.000	2.038.000	2.038.000	
Strombedarf					
Elektroheizung	kWh _{el} /a	255.000			
HHS-Bedarf					
Kessel dezentral	kWh _{Hu} /a	549.148	549.148		549.148
Kessel zentral	kWh _{Hu} /a			6.763.875	5.669.000
BHKW	kWh _{Hu} /a				9.464.314
RME-Bedarf					
BHKW	kWh _{Hu} /a				710.400
Stromerzeugung					
BHKW	kWh _{el} /a	1.025.000	1.025.000	1.025.000	2.500.000
Strombedarf					
Hilfsenergie	kWh _{el} /a	92.635	92.635	152.106	119.213
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	2.544	2.359	1.493	163

Tabelle 3-4 Kohlendioxid-Emissionsbilanz dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Kohlendioxid-Emissionsbilanz

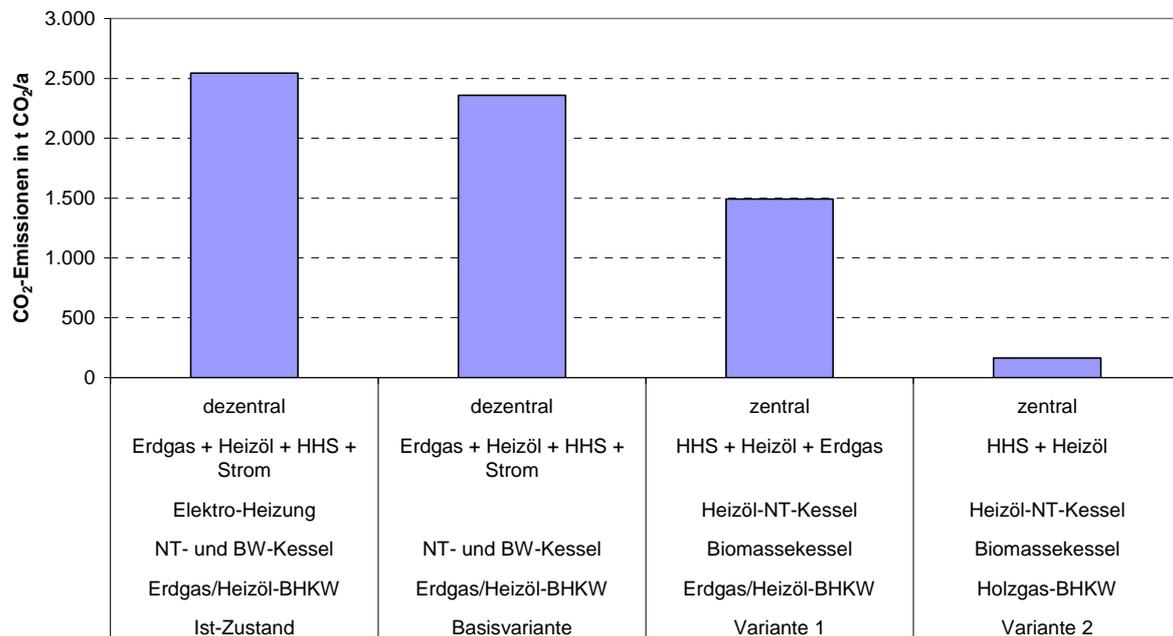


Abbildung 3-6 Kohlendioxid-Emissionsbilanz dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Im Vergleich zu den derzeitigen Kohlendioxidemissionen spart die Erneuerung der Heizanlagen etwa 8 % der CO₂-Emissionen ein, während ein Holznahwärmeverbund nach Variante 1 eine Einsparung in Höhe von ca. 41 % und nach Variante 2 rund 94 % Einsparung erreichen würde.

3.6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zentrale Wärmeversorgung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung berechnet in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 aus den überschlägig ermittelten Investitionskosten die Kapitalkosten, die zusammen mit den Verbrauchs- und Betriebskosten die Jahreskosten ergeben. Zur Ermittlung der Kapitalkosten werden überschlägige Investitionskosten zu Grunde gelegt.

Nach dem Marktanreizprogramm „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien vom 14. März 2006 Bundesanzeiger Nr. 57 ausgegeben am 22. März 2006“ kann für automatisch beschickte Biomasseanlagen mit einer Nennwärmeleistung von mehr als 100 kW_{th} ein Teilschulderlass von 60 €/je kW_{th} (maximal 275.000 €) sowie für die Nahwärmeleitung bei einer Wärmeabnahme von mehr als 1,5 MWh_{th}/(m*a) ein Teilschulderlass von 50 €/je m Rohrlänge (maximal 600.000 €) auf das KfW-Darlehen beantragt werden. Antragsberechtigt sind seit dem 01.01.2004 auch Kommunen und kommunale Betriebe. Aktuelle Konditionen (Stand 08.06.2006) zum KfW-Darlehen „Förderung erneuerbare Energien“ sind für private Antragsteller und Kommunen u. a. eine maximale Laufzeit von 20 Jahren mit maximal 3 tilgungsfreien Anlaufjahren und 4,22 % effektivem Zinssatz.

Da für die übrigen Investitionen 4 % als kommunaler Zinssatz angesetzt wird, wird für alle Investitionen unabhängig vom KfW-Darlehen ein Zinssatz von 4 % angenommen.

Bis auf die Anschlussleitungen zum Einkaufsmarkt, zum Finanzamt und zum Kindergarten sind alle übrigen Nahwärmeleitungen in Bezug auf den Mindestwärmeabsatzes förderfähig.

Rahmenbedingungen

Bestimmung kapitalgebundene Kosten

Zinssatz	4 %
Abschreibungsdauer Demontage	15 Jahre
Abschreibungsdauer Warmwasserheizung	20 Jahre
Abschreibungsdauer Maschinenteknik	20 Jahre
Abschreibungsdauer Generalüberholung BHKW	15 Jahre
Abschreibungsdauer Holzgas-BHKW	15 Jahre
Abschreibungsdauer Bautechnik	50 Jahre
Abschreibungsdauer Radlader	12 Jahre
Abschreibungsdauer Heizöltank	25 Jahre
Abschreibungsdauer Nahwärmenetz	25 Jahre
Abschreibungsdauer Wärmeübergabestationen	30 Jahre
Abschreibungsdauer Planung, Unvorhergesehenes	15 Jahre

Bestimmung verbrauchsgebundene Kosten

Freizeitbad / Hunsrückhalle	
Arbeitspreis Erdgas BHKW (Stand April 06)	3,7929 Ct/kWh _{Ho} inkl. MwSt.
spez. Heizölpreis BHKW ¹	43,005 Ct/l inkl. MwSt.
Hunsrückschule	
spez. HHS-Preis Kessel	22,47 €/MWh _{th} inkl. 7 % MwSt.
Heizzentrale	
spez. HHS-Preis Kessel und Holzgas-BHKW zentral	26,75 €/MWh _{th} inkl. 7 % MwSt.
spez. Heizölpreis ²	58,5 Ct/l inkl. MwSt.
durchschnittlicher Strompreis ³	15 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.

Bestimmung betriebsgebundene Kosten

Wartung / Instandhaltung Heizkessel	2 % der Investition (Heisanlage)
spez. Wartungskosten Erdgas/Heizöl-BHKW-Anlage	1,64 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
spez. Wartungskosten Holzgas-BHKW	1,86 Ct/kWh _{el} inkl. MwSt.
Personalkosten	35,00 €/h inkl. MwSt.
Emissionsüberwachung Heizölkessel	90 €/a inkl. MwSt.
Emissionsüberwachung Biomassekessel 500 kW _{th}	120 €/a inkl. MwSt.
Emissionsüberwachung Biomassekessel 1.500 kW _{th} ⁴	660 €/a inkl. MwSt.
Ascheentsorgung HHS-Kessel	150 €/t inkl. MwSt.

Bestimmung Erlöse Stromerzeugung Erdgas/Heizöl-BHKW

Der erzeugte BHKW-Strom wird vollständig in das Hausnetz des Freizeitbads eingespeist, sodass sich die Erlöse aus den vermiedenen Stromkosten berechnen. Da nur ein geringer Anteil des Strombedarfs im Freizeitbad vom öffentlichen Netz bezogen wird, berechnet das zuständige Energieversorgungsunternehmen einen höheren Strompreis. Deswegen werden die Erlöse nicht mit dem derzeitigen Strompreis bestimmt, sondern ein Strompreis abgeschätzt, der bei vollständiger Stromversorgung aus dem öffentlichen Netz vorliegen könnte.

Arbeitspreis Strom ⁵	11,6 Ct/kWh _{el} (inkl. MwSt.)
---------------------------------	---

¹ Heizölbörse: PLZ-Gebiet 55, 13. KW 2006, extrapoliert

² Heizölbörse: PLZ-Gebiet 55, 13. KW 2006, extrapoliert

³ TSB: Annahme

⁴ TÜV-Rheinland: Richtpreis für Emissionsmessung nach TA Luft alle drei Jahre für Biomassekessel zur Verfeuerung von naturbelassenen Holzhackschnitzel mit 1,5 MW (jährlicher Kostenanteil angesetzt)

⁵ TSB: Annahme

Bestimmung Erlöse Stromerzeugung Holzgas-BHKW

Einspeisevergütung EEG 2006

20,42 Ct/kWh_{el}

Nach dem EEG (Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien) vom 21. Juli 2004 erhalten KWK-Anlagen für Strom aus Biomasse bis einschließlich einer installierten elektrischen Leistung von 150 kW_{el} mindestens 11,5 Ct/kWh_{el} und für eine elektrische Leistung bis einschließlich 500 kW_{el} mindestens 9,9 Ct/kWh_{el} Stromvergütung. Die Mindestvergütung wird ab dem 01. Januar 2005 für mit diesem Zeitpunkt neu in Betrieb genommene Anlagen jährlich um jeweils 1,5 % herabgesetzt.

Die Mindestvergütung erhöht sich um 6 Ct/kWh_{el} für Anlagen bis 500 kW_{el}, wenn der Strom ausschließlich aus Biomasse erzeugt wird. Anlagen, die ab dem 1. Januar 2007 in Betrieb genommen werden und keine Biomasse für eine Zünd- und Stützfeuerung einsetzen, erhalten keine Mindestvergütung.

Für KWK-Anlagen im Sinne des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes werden 2 Ct/kWh_{el} als Aufschlag gewährt.

Weiterhin erhöht sich die Mindestvergütung um 2 Ct/kWh_{el}, wenn die Biomasse durch thermochemische Vergasung umgewandelt oder der Strom mit Brennstoffzellen, Gasturbinen, Dampfmotoren, Organic-Rankine-Anlagen, Kalina-Cycle-Anlagen oder Stirlingmotoren erzeugt wird.

Bestimmung Gutschrift Holzkohlekoksverkauf

spez. Holzkohlekoksverkauf

100 €/t inkl. MwSt.

Die abgeschätzten Investitionskosten sind in der folgenden Tabelle inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer angegeben.

		Variante 1 Gas/Öl-BHKW + HHS-NT-Kessel + Heizöl-NT-Kessel	Variante 2 Holzgas-BHKW + HHS-NT-Kessel + Heizöl-NT-Kessel
Wärmeleistung BHKW	kW _{th}	300	483
Wärmeleistung HHS-NT-Kessel	kW _{th}	1.500	1.500
Wärmeleistung Heizöl-NT-Kessel	kW _{th}	3.330	3.060
Demontage			
Demontage Heizkessel	€	32.800	32.800
Demontage elektrische Nachspeicherheizung	€	43.700	43.700
Maschinentechnik			
Umstellung auf Warmwasserheizung	€	209.900	209.900
HHS-Niedertemperaturkessel mit Pufferspeicher, Austragung und Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	429.900	429.900
Heizöl-Niedertemperaturkessel mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	288.400	288.400
Generalüberholung BHKW			
Generalüberholung Erdgas/Heizöl-BHKW	€	73.000	
Holzgas-BHKW			
Holzgas-BHKW mit Holzvergaser und Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€		1.621.100
Heizöltankanlage			
Heizöltank in Außenaufstellung mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	80.200	80.200
Bautechnik			
Heizhaus	€	203.600	
Heizhaus mit HHS-Lager für Holzgas-BHKW	€		422.000
HHS-Lager Heizkessel	€	30.200	9.300
Lagerbeschickung			
Radlader	€	40.600	
Nahwärmeleitungen			
Nahwärmeleitungen mit Zubehör inkl. Erdarbeiten, Verlegung und Inbetriebnahme	€	3.475.400	3.475.400
Hausübergabestationen			
Indirekte Hausübergabestationen mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	136.900	136.900
Planung, Unvorhergesehenes			
Planung, Unvorhergesehenes	€	756.700	1.012.400
Gesamtinvestition	€	5.801.300	7.762.000
Teilschulderlass Biomassekessel	€	90.000	90.000
Teilschulderlass Nahwärmeleitungen	€	455.500	455.500
Gesamtinvestition inkl. Teilschulderlass	€	5.255.800	7.216.500

Tabelle 3-5 Investitionskosten zentrale Wärmeversorgung

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind in der folgenden Tabelle inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer aufgeführt. Zur Bewertung sind Kosten für die dezentrale Wärmeversorgung der Heizanlagen angegeben.

		Basisvariante dezentral	Variante 1 zentral	Variante 2 zentral
		NT/BW-Kessel + Gas/Öl-BHKW Erdgas + Heizöl	NT-Kessel + Gas/Öl-BHKW HHS + Erdgas + Heizöl	NT-Kessel + Holzgas-BHKW HHS + Heizöl
Gesamtwärmeleistung	kW _{th}	6.322	6.322	6.322
Investitionskosten inkl. Teilschulderlass	€ €	556.100	5.801.300 5.255.800	7.762.000 7.216.500
Kapitalkosten	€/a	44.218	350.346	517.450
inkl. Teilschulderlass	€/a		320.711	487.814
Verbrauchskosten	€/a	719.452	497.250	333.206
Betriebskosten	€/a	45.324	37.454	90.667
Summe Kosten	€/a	808.994	885.050	941.323
inkl. Teilschulderlass	€/a		855.415	911.687
Gutschrift Rückerstattung Mineralölsteuer	€/a	24.764	24.764	
Gutschrift Stromvergütung	€/a	118.900	118.900	510.500
Gutschrift Holzkohlekoksverkauf				10.345
Summe Erlöse	€/a	143.664	143.664	520.845
Jahreskosten inkl. Teilschulderlass	€/a €/a	665.330	741.386 711.751	420.478 390.842
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	8.742.500	8.742.500	8.192.500
Wärmepreis	Ct/kWh _{th}	7,6	8,5	4,8
inkl. Teilschulderlass	Ct/kWh _{th}		8,1	4,5

Tabelle 3-6 Wirtschaftlichkeit dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Die Jahreskosten eines Nahwärmeverbunds auf Basis eines Biomassekessels und Heizölkesseln liegen mit rund 741.000 €/a bzw. ca. 712.000 €/a unter Berücksichtigung eines Teilschulderlasses um etwa 11 % bzw. 7 % höher als die dezentrale Wärmeversorgung. Für die Variante mit Holzgas-BHKW resultieren um etwa 38 % bzw. 43 % niedrigere Jahreskosten von rund 420.000 €/a bzw. 391.000 €/a als die Basisvariante.

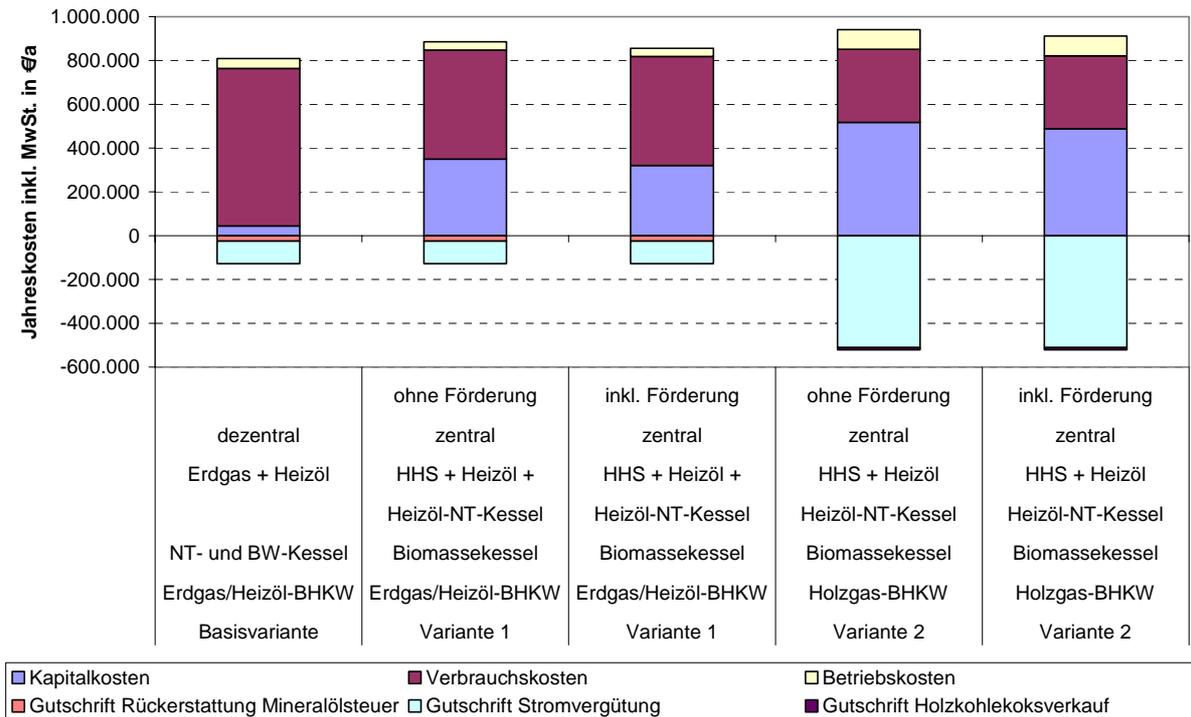


Abbildung 3-7 Wirtschaftlichkeit dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Das Diagramm veranschaulicht, dass in den Jahreskosten der dezentralen Anlagen die Verbrauchskosten den größten Anteil einnehmen, während für die beiden Varianten zum Holznahwärmeverbund die höheren Kapitalkosten teilweise durch den günstigen Brennstoffpreis für Holzhackschnitzel und durch die vermiedenen Stromkosten bzw. die Stromvergütung nach EEG ausgeglichen werden und sich daraus die niedrigen Jahreskosten ergeben.

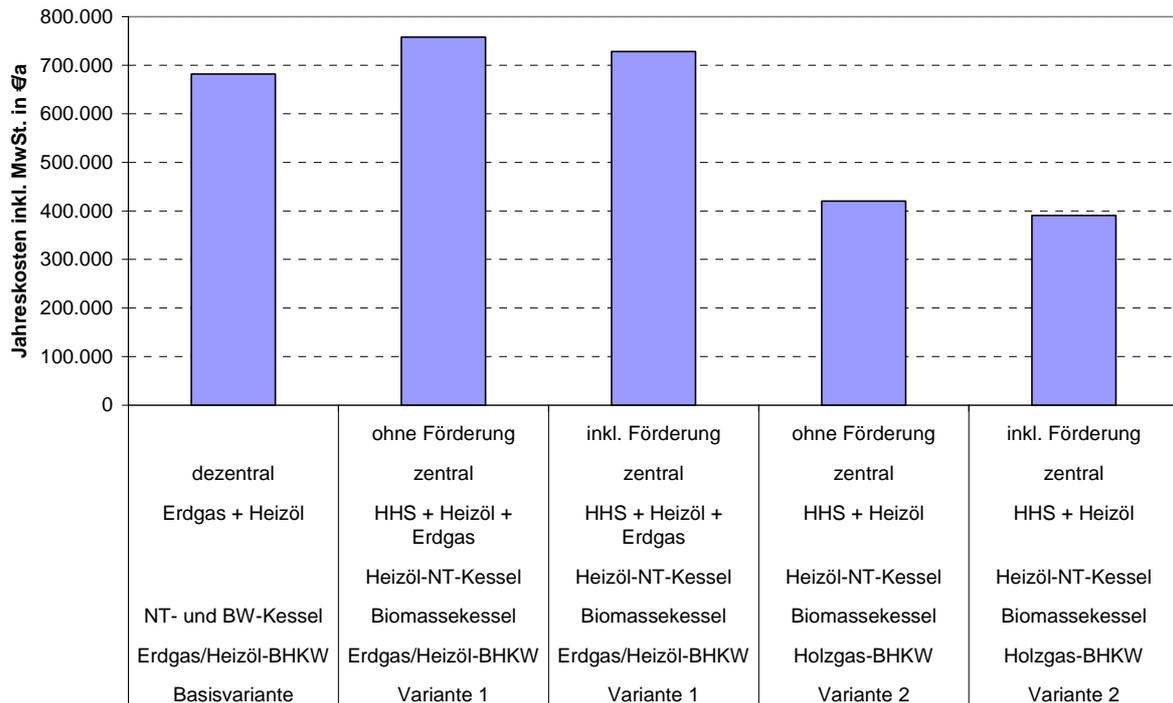


Abbildung 3-8 Jahreskosten der dezentralen und zentralen Wärmeversorgung

Die höheren Jahreskosten der Variante 1 mit einem Biomassekessel und Heizölkesseln beruhen hauptsächlich auf den hohen Investitionskosten. Die Investitionen des zu verlegenden Nahwärmenetzes nehmen rund 60 % der Gesamtinvestition ein. Aufgrund der großen Entfernung von der Heizzentrale bis zu den Wärmeabnehmern ergeben sich die hohen Investitionskosten für das Nahwärmenetz. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass an den ersten 1,5 km der Nahwärmetrasse keine Wärmeabnehmer angeschlossen sind.

Damit die Variante wirtschaftlich umgesetzt werden kann, sind weitere, potentielle Wärmeabnehmer (z.B. Alten- und Pflegeheim, Hunsrück Klinik, ...) einzubinden.

Im Gegensatz dazu ist die Variante 2 mit u. a. zwei Holzgas-BHKW wirtschaftlicher als die Basisvariante, da eine hohe Einspeisevergütung nach dem EEG vorliegt.

3.7 Sensitivitätsanalyse

Zusätzlich zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird eine Sensitivitätsanalyse in Bezug auf die Brennstoffpreise durchgeführt. Für eine Änderung der Brennstoffpreise gegenüber der in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Preise innerhalb einer Preisspanne von -40 % bis +40 % werden die Wärmepreise der Varianten ermittelt.

Für den Nahwärmeverbund, in dem zwei verschiedene Brennstoffe (Holzhackschnitzel und Heizöl) eingesetzt werden, wird jeweils nur ein Brennstoffpreis variiert.

Die Ergebnisse der Analyse sind in Form eines Diagramms dargestellt.

Aus der gewählten Preisspanne ergeben sich folgende Brennstoffpreise inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer.

Dezentrale Wärmeversorgung

Liegenschaft	Erdgaspreis	Erdgaspreis	Erdgaspreis
	-40 % in Ct/kWh _{Ho}	0 % in Ct/kWh _{Ho}	+40 % in Ct/kWh _{Ho}
Freizeitbad / Hunsrückhalle	3,0226	5,0378	7,0529
Rottmann-Grundschule	3,2223	5,3705	7,5186
Rathaus	3,2223	5,3705	7,5186
Finanzamt	3,2016	5,3360	4,4704
Amtsgericht	3,2223	5,3705	7,5186
DLR Simmern	3,2223	5,3705	7,5186
Schloss	3,2016	5,3360	4,4704
Hunsrückschule	3,2223	5,3705	7,5186
Berufsbildende Schule I, II	3,2223	5,3705	7,5186
Berufsbildende Schule III	3,2364	5,3940	7,5516
Herzog-Johann-Gymnasium mit Sporthalle + Grundschule mit Sporthalle	3,2223	5,3705	7,5186
Regionale Schule mit Sporthalle	3,2223	5,3705	7,5186
Kindergarten	3,0972	5,1620	7,2268

Liegenschaft	Heizölpreis	Heizölpreis	Heizölpreis
	-40 % in Ct/l	0 % in Ct/l	+40 % in Ct/l
Freizeitbad / Hunsrückhalle	35,1	58,5	81,9
DRK (ehemals Post)	35,1	58,5	81,9
Einkaufsmarkt	35,1	58,5	81,9

Liegenschaft	HHS-Preis -40 % in €/MWh _{th}	HHS-Preis 0 % in €/MWh _{th}	HHS-Preis +40 % in €/MWh _{th}
Hunsrückschule	13,48	22,47	31,46

Zentrale Wärmeversorgung

Liegenschaft	Erdgaspreis -40 % in Ct/kWh _{Ho}	Erdgaspreis 0 % in Ct/kWh _{Ho}	Erdgaspreis +40 % in Ct/kWh _{Ho}
Vorhandene BHKW Freizeitbad	3,0226	5,0378	7,0529

Liegenschaft	HHS-Preis -40 % in €/MWh _{th}	HHS-Preis 0 % in €/MWh _{th}	HHS-Preis +40 % in €/MWh _{th}
Hunsrückschule	13,48	22,47	31,46

Liegenschaft	Heizölpreis -40 % in Ct/l	Heizölpreis 0 % in Ct/l	Heizölpreis +40 % in Ct/l
Vorhandene BHKW Freizeitbad	35,1	58,5	81,9
Heizkessel Heizzentrale	35,1	58,5	81,9

Liegenschaft	HHS-Preis -40 % in €/MWh _{th}	HHS-Preis 0 % in €/MWh _{th}	HHS-Preis +40 % in €/MWh _{th}
Holzgas-BHKW + Heizkessel Heizzentrale	16,05	26,75	37,45

In dem Diagramm ist der Wärmepreis abhängig von der Brennstoffpreisänderung aufgetragen.

Um die wirtschaftlichen Entwicklungen einordnen zu können, ist der Verlauf für die dezentrale Wärmeversorgung mit aufgeführt. Eine gestrichelte Gerade, die als „Basisvariante“ bezeichnet ist, markiert den Wärmepreis der dezentralen Wärmeversorgung aus der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Für 0 % Preisänderung des Brennstoffs liegen die Wärmepreise, wie sie in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ermittelt wurden, vor.

Da die Holzpreise nicht an fossilen Brennstoffpreisen gebunden sind, sind die Preisänderungen unabhängig voneinander zu sehen. So kann z. B. der Erdgaspreis zunehmen, während der Holzhackschnitzelpreis konstant bleibt.

Aus wirtschaftlicher Sicht sind sowohl die Steigung der Geraden und der Schnittpunkt mit dem Wärmepreis der dezentralen Wärmeversorgung in Höhe von 7,6 Ct/kWh_{th} von Interesse. Die Steigung ist ein Maß für die Höhe des Einflusses durch den Brennstoffpreis auf die Wirtschaftlichkeit. Der Wärmepreis in der dezentralen Wärmeversorgung ist aus wirtschaftlichen Gründen die obere Grenze der neuen Wärmeversorgung.

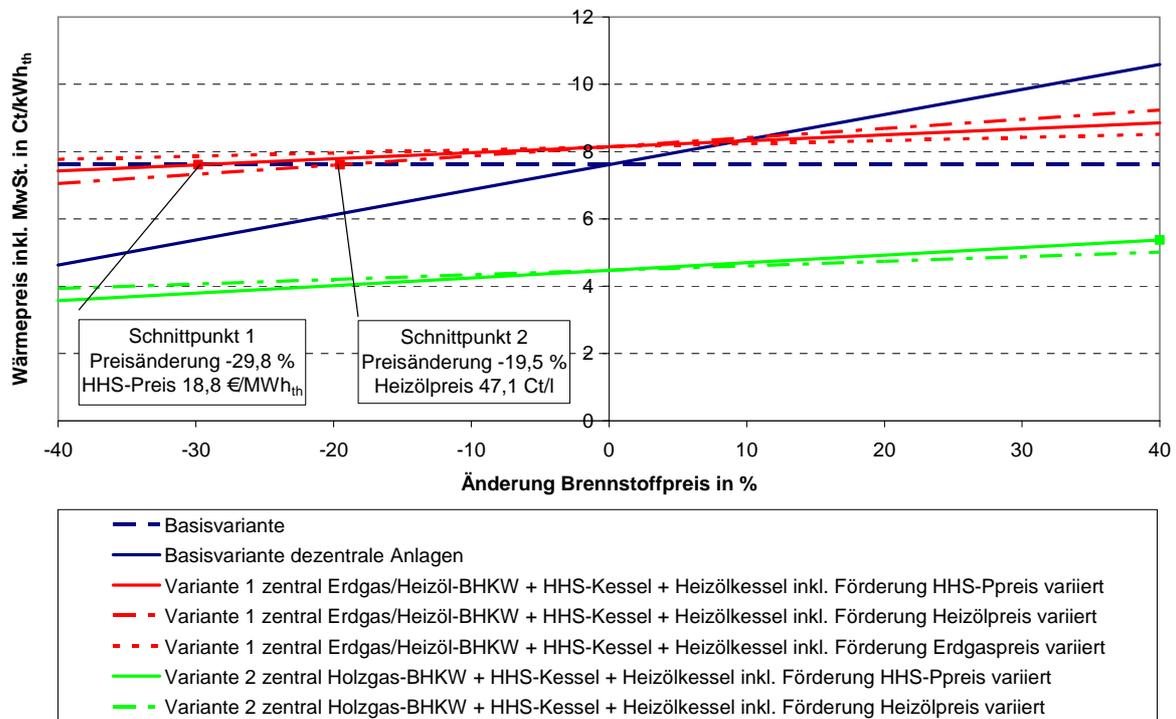


Abbildung 3-9 Sensitivitätsanalyse dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Aus den Schnittpunkten ergeben sich die erforderlichen Brennstoffpreise, um den Wärmepreis der dezentralen Wärmeversorgung in Höhe von 7,6 Ct/kWh_{th} aus der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu erreichen. Für einige Varianten sind höhere oder niedrigere Brennstoffpreise als die in den Rahmenbedingungen festgelegten Brennstoffpreise notwendig.

	Änderung Brennstoffpreis	Brennstoffpreis inkl. MwSt.	Brennstoff
Schnittpunkt 1: Erdgas/Heizöl-BHKW + HHS-NT-Kessel + Heizöl-NT-Kessel	-29,8 %	18,8 €/MWh _{th}	HHS
Schnittpunkt 2: Erdgas/Heizöl-BHKW + HHS-NT-Kessel + Heizöl-NT-Kessel	-19,5 %	47,1 Ct/l	Heizöl

Tabelle 3-7 Sensitivitätsanalyse

Die Ergebnisse zeigen, dass die Variante 1 einen z. T. wesentlich günstigeren als in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Brennstoffpreis benötigt, um den gleichen Wärmepreis wie die Basisvariante zu erreichen, während dazu für die Variante 2 auch noch höhere Brennstoffpreise möglich sind.

4 Zusammenfassung

Grundlage der Machbarkeitsstudie zu einem „großen“ Holz-Nahwärmeverbund sind zwei bereits vorgelegte Machbarkeitsstudien zu jeweils einem Holz-Nahwärmeverbund um das Freizeitbad in Simmern¹ und im Schulzentrum Simmern². Die Entfernung zwischen dem Schulzentrum und dem Freizeitbad beträgt ca. 900 m.

Als weiterer Wärmeabnehmer zum Anschluss an den Nahwärmeverbund wurde von der Verbandsgemeindeverwaltung Simmern und der Kreisverwaltung Rhein-Hunsrück die Hunsrückschule vorgeschlagen. Da dort 2005 die Kesselanlage durch einen Holzhackschnitzelkessel erneuert wurde, wurde die Anbindung an das Nahwärmenetz nur zur Abdeckung des Spitzenlastbedarfs anstelle des vorhandenen Erdgaskessels betrachtet.

Insgesamt wurden folgende Liegenschaften einbezogen.

- Freizeitbad / Hunsrückhalle
- Rottmann-Grundschule
- DRK (ehemals Post)
- Einkaufsmarkt
- Rathaus
- Finanzamt
- Amtsgericht
- Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Simmern
- Schloss
- Berufsbildende Schule I, II und III
- Herzog-Johann-Gymnasium mit Sporthalle
- Dr.-Kurt-Schöllhammer-Schule mit Sporthalle
- Regionale Schule mit Sporthalle
- Kindergarten
- Hunsrückschule

Zur zentralen Wärmeversorgung wurden zwei Varianten auf Basis des Brennstoffs Holz mit der Basisvariante (dezentrale Wärmeversorgung) verglichen.

Basisvariante: dezentrale Wärmeversorgung
 vorhandene bzw. Erneuerung Erdgas- und Heizöl-Kessel
 Erdgas-/Heizöl-BHKW im Freizeitbad

Variante 1: zentrale Wärmeversorgung
 vorhandene Erdgas-/Heizöl-BHKW im Freizeitbad
 Holzhackschnitzelkessel (Grundlast)
 Heizölkessel (Spitzenlast)

¹ TSB: Energiekonzept, Nahwärmeverbund Simmern, Bingen 2005

² TSB: Machbarkeitsstudie Holz-Nahwärme am Schulzentrum „Auf dem Füllkasten“ in Simmern, Bingen 2005

Variante 2: zentrale Wärmeversorgung
 Holzgas-BHKW
 Holzhackschnitzelkessel (Grundlast)
 Heizölkessel (Spitzenlast)

In einer Ist-Analyse wurde mit den zur Verfügung gestellten Energieverbrauchsdaten und Anlagendaten der Wärmebedarf und die erforderliche Wärmeleistung der Liegenschaften abgeschätzt. Bis auf die Ist-Analyse für die Hunsrückschule ist die Ist-Analyse aus den vorangegangenen Machbarkeitsstudien zu entnehmen. Auf der Ist-Analyse basierte eine Energiebilanz zu den notwendigen Energie- und Brennstoffmengen für die dezentrale und zentrale Wärmeversorgung.

Mit energiespezifischen Werten wurden die Kohlendioxidemissionen ermittelt. Im Vergleich zu den derzeitigen Kohlendioxidemissionen spart die dezentrale Wärmeversorgung mit teilweise erneuerten Heizanlagen etwa 8 % der CO₂-Emissionen ein, während ein Holznahmewärmeverbund nach Variante 1 (Erdgas/Heizöl-BHKW + HHS-Kessel + Heizöl-Kessel) eine Einsparung in Höhe von ca. 41 % und nach Variante 2 (Holzgas-BHKW+ HHS-Kessel + Heizöl-Kessel) rund 94 % Einsparung erreichen würde.

In einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurden die Jahreskosten aus den Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten sowie die Erlöse aus dem BHKW-Betrieb berechnet. Die Jahreskosten eines Nahwärmeverbunds auf Basis eines Biomassekessels und Heizölkesseln liegen mit rund 741.000 €/a bzw. ca. 712.000 €/a unter Berücksichtigung eines Teilschulderlasses um etwa 11 % bzw. 7 % höher als die dezentrale Wärmeversorgung. Für die Variante mit Holzgas-BHKW resultieren um etwa 38 % bzw. 43 % niedrigere Jahreskosten von rund 420.000 €/a bzw. 391.000 €/a als die Basisvariante.

Die höheren Jahreskosten der Variante 1 mit einem Biomassekessel und Heizölkesseln beruhen hauptsächlich auf den hohen Investitionskosten. Die Investitionen des zu verlegenden Nahwärmenetzes nehmen rund 60 % der Gesamtinvestition ein. Aufgrund der großen Entfernung von der Heizzentrale bis zu den Wärmeabnehmern ergeben sich die hohen Investitionskosten für das Nahwärmenetz. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass an den ersten 1,5 km der Nahwärmetrasse keine Wärmeabnehmer angeschlossen sind.

Damit die Variante wirtschaftlich umgesetzt werden kann, sind weitere, potentielle Wärmeabnehmer einzubinden.

Im Gegensatz dazu ist die Variante 2 mit u. a. zwei Holzgas-BHKW wirtschaftlicher als die Basisvariante, da eine hohe Einspeisevergütung nach dem EEG vorliegt und somit die hohen Kapitalkosten ausgeglichen werden.

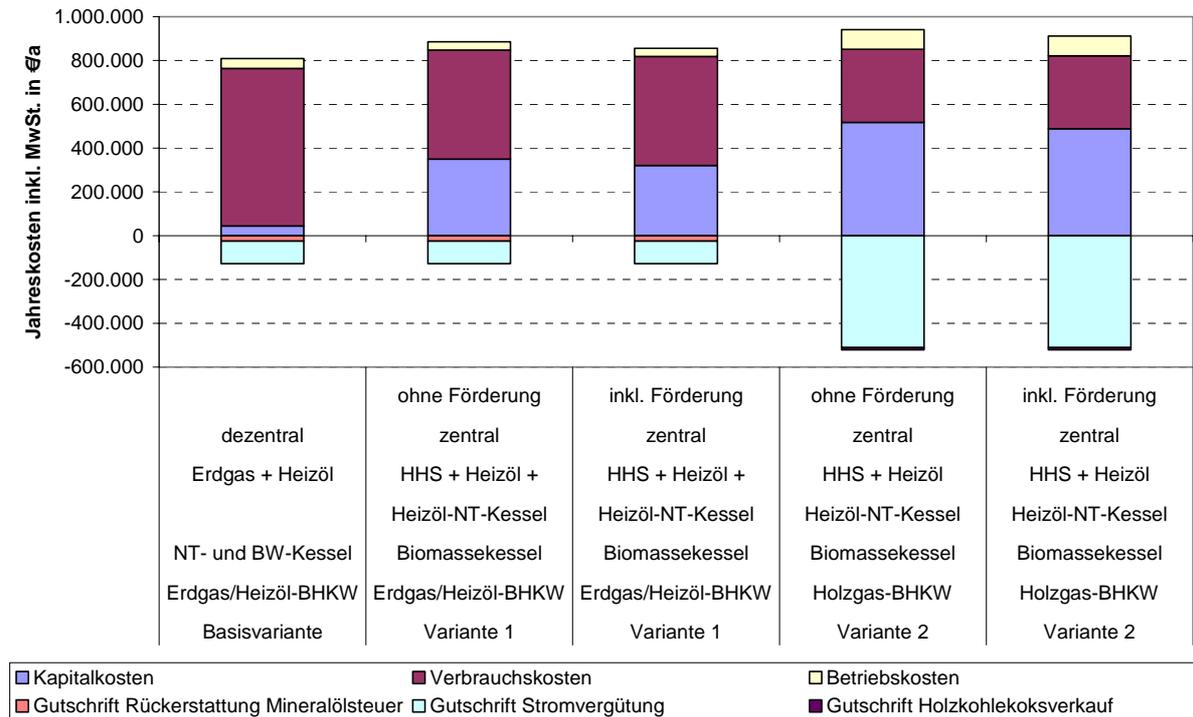


Abbildung 4-1 Wirtschaftlichkeit dezentrale und zentrale Wärmeversorgung

Zusätzlich zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde eine Sensitivitätsanalyse in Bezug auf die Brennstoffpreise durchgeführt. Für eine Änderung der Brennstoffpreise gegenüber der in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Preise innerhalb einer Preisspanne von -40 % bis +40 % wurden die Wärmepreise der Varianten ermittelt. Die Sensitivitätsanalyse ergab, dass die Variante 1 einen z. T. wesentlich günstigeren als in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Brennstoffpreis benötigt, um den gleichen Wärmepreis wie die Basisvariante zu erreichen, während dazu für die Variante 2 auch noch höhere Brennstoffpreise möglich sind.

Fazit:

Unter den angesetzten Rahmenbedingungen ergeben sich für den Holznahmewärmeverbund auf Basis von Holzgas-BHKW günstigere Jahreskosten als für die dezentrale Wärmeversorgung, sodass aus wirtschaftlicher Sicht die Umsetzung eines Holznahmewärmeverbunds möglich ist. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Hersteller der Holzgas-BHKW aufgrund der Nachfrage frühestens 2008 eine Anlage errichten kann.

Für die wirtschaftliche Umsetzung eines Holznahmewärmeverbunds mit einem Holzhackschnitzelkessel, drei Heizkessel und Erdgas/Heizöl-BHKW im Freizeitbad ist die Anbindung weiterer Liegenschaften entlang der vorgeschlagenen Nahwärmetrasse erforderlich.

Aus ökologischer Sicht zeigt sich deutlich der Vorteil des CO₂-neutralen Brennstoffs Holz gegenüber dem fossilen Energieträger Heizöl. Auch durch den Einsatz von BHKW werden Kohlendioxid-Emissionen eingespart.

Anhang

Energiebilanz dezentrale Wärmeversorgung Schulzentrum		BBS I	BBS II	BBS III	Gymnasium Sporthalle Grundschule Sporthalle	Regionale Schule Sporthalle	Kindergarten
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	624.000	109.000	66.000	1.567.000	902.000	19.000
Wärmeleistung	kW _{th}	600	150	66	1.100	750	15
Wärmebedarf inkl. Nahwärmeverluste	kWh _{th} /a				1.581.000	914.000	
Wärmeleistung inkl. Nahwärmeverluste	kW _{th}				1.102	752	
Wärmeleistung Heizkessel	kW _{th}	600	150	66	1.120	750	15
Jahresnutzungsgrad	%	92	90	97	84	92	97
Erdgasbedarf	kWh _{Hu} /a	678.261	118.478	68.041	1.875.645	993.478	19.588
Erdgasbedarf	kWh _{Ho} /a	746.087	130.326	74.845	2.063.209	1.092.826	21.546
Erdgasmenge	m ³ /a	67.826	11.848	6.804	187.564	99.348	1.959

Energiebilanz dezentrale Wärmeversorgung Liegenschaften Nähe Frei- zeitbad		Freizeitbad/ Hunsrück- halle	Rottmann- Grundschule	DRK (ehemals Post)	Einkaufs- markt	Rathaus	Finanzamt	Amtsgericht	DLR Simmern	Schloss
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	2.764.500	546.000	182.000	148.000	327.000	145.000	270.000	238.000	285.000
Wärmeleistung	kW _{th}	1.260	475	150	120	320	140	206	230	240
Wärmeleistung Kessel	kW _{th}	960	475	150	120	320	140	206	230	240
BHKW	kW _{th}	300								
Wärmeerzeugung Kessel	kWh _{th} /a	1.227.000	546.000	182.000	148.000	327.000	145.000	270.000	238.000	285.000
BHKW	kWh _{th} /a	1.537.500								
Jahresnutzungsgrad	%	88	92	92	82	93	94	92	90	91
Thermischer Wir- kungsgrad BHKW	%	44								
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{Hu} /a kWh _{Ho} /a	1.301.000 1.431.100	593.478 652.826			351.613 386.774	154.255 169.681	293.478 322.826	264.444 290.889	313.187 344.505
Erdgasbedarf BHKW	kWh _{Hu} /a kWh _{Ho} /a	1.462.000 1.608.200								
Heizölmenge Kessel	l/a	9.300		19.783	16.087					
Heizölmenge BHKW	l/a	203.800								
Elektrische Leistung BHKW	kW _{el}	200								
Stromerzeugung BHKW	kWh _{el} /a	1.025.000								

Energiebilanz dezentrale Wärmeversorgung weitere Liegenschaft		Hunsrückschule
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	550.000
Wärmeleistung	kW _{th}	500
Wärmeleistung Biomassekessel	kW _{th}	500
Wärmeleistung Erdgaskessel	kW _{th}	170
Wärmeleistung gesamt	kW _{th}	670
Wärmeerzeugung Biomassekessel	kWh _{th} /a	495.000
Wärmeerzeugung Erdgaskessel	kWh _{th} /a	55.000
Wärmeerzeugung gesamt	kWh _{th} /a	550.000
Jahresnutzungsgrad Biomassekessel	%	90
Jahresnutzungsgrad Erdgaskessel	%	88
HHS-Bedarf	Sm ³ /a	633
Erdgasbedarf	kWh _{Hu} /a	62.500
Erdgasbedarf	kWh _{Ho} /a	68.750
Erdgasmenge	m ³ /a	6.250

CO₂-Emissionsbilanz dezentral Schulzentrum Ist-Zustand		BBS I	BBS II	BBS III	Gymnasium Sporthalle Grundschule Sporthalle	Regionale Schule Sporthalle	Kindergarten
Erdgasbedarf	kWh _{HU} /a	466.000	136.000	68.000	1.901.000	1.016.000	20.000
Heizstrombedarf	kWh _e /a	255.000					
Strombedarf Hilfsenergie	kWh _e /a	6.240	1.090	660	15.810	9.140	190
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	297	35	18	494	264	5

CO₂-Emissionsbilanz dezentral Schulzentrum Erneuerung Heizanlagen		BBS I	BBS II	BBS III	Gymnasium Sporthalle Grundschule Sporthalle	Regionale Schule Sporthalle	Kindergarten
Erdgasbedarf	kWh _{HU} /a	678.261	118.478	68.041	1.875.645	993.478	19.588
Strombedarf Hilfsenergie	kWh _e /a	6.240	1.090	660	15.810	9.140	190
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	177	31	18	487	259	5

CO₂-Emissionsbilanz dezentral Nähe Freizeitbad Ist-Zustand		Freizeitbad/ Hunsrück- halle	Rottmann- Grundschule	DRK (ehemals Post)	Einkaufs- markt	Rathaus	Finanzamt	Amtsgericht	DLR Simmern	Schloss
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{HU} /a	1.301.000	593.000			352.000	154.000	293.000	264.000	313.000
Erdgasbedarf BHKW	kWh _{HU} /a	1.462.000								
Heizölbedarf Kessel	kWh _{HU} /a	93.000		330.000	180.000					
Heizölbedarf BHKW	kWh _{HU} /a	2.038.000								
Strom BHKW	kWh _{el} /a	1.025.000								
Strombedarf Hilfsenergie	kWh _{el} /a	27.645	5.460	1.820	1.480	3.270	1.450	2.700	2.380	2.850
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	698	154	106	58	92	40	76	69	81

CO₂-Emissionsbilanz dezentral Nähe Freizeitbad Erneuerung Heizanlagen		Freizeitbad/ Hunsrück- halle	Rottmann- Grundschule	DRK (ehemals Post)	Einkaufs- markt	Rathaus	Finanzamt	Amtsgericht	DLR Simmern	Schloss
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{HU} /a	1.301.000	593.478			351.613	154.255	293.478	264.444	313.187
Erdgasbedarf BHKW	kWh _{HU} /a	1.462.000								
Heizölbedarf Kessel	kWh _{HU} /a	93.000		197.826	160.870					
Heizölbedarf BHKW	kWh _{HU} /a	2.038.000								
Strom BHKW	kWh _{el} /a	1.025.000								
Strombedarf Hilfsenergie	kWh _{el} /a	27.645	5.460	1.820	1.480	3.270	1.450	2.700	2.380	2.850
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	698	155	64	52	92	40	76	69	82

CO₂-Emissionsbilanz dezentral weitere Liegenschaft Ist-Zustand		Hunsrückschule
HHS-Bedarf Kessel	kWh _{HU} /a	549.148
Erdgasbedarf Kessel	kWh _{HU} /a	62.500
Strombedarf Hilfsenergie	kWh _{el} /a	10.450
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	55

Investitionen dezentral		BBS I	BBS II	Regionale Schule Sporthalle	Freizeitbad / Hunsrückhalle	DRK (ehemals Post)	Einkaufs- markt
Wärmeleistung	kW _{th}	600	150	300 + 450	150	150	120
Demontage							
Demontage Heizkessel	€	3.200	1.600	5.000		1.700	1.000
Demontage elektrische Nachtspeicheröfen	€	43.700					
Maschinentechnik							
Erdgas-Niedertemperaturkessel mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	45.500	15.800	53.700			
Umstellung auf Warmwasserheizung	€	209.900					
Generalüberholung BHKW	€				73.000		
Heizöl-Niedertemperaturkessel mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€					16.200	13.300
Planung, Unvorhergesehenes							
Planung, Unvorhergesehenes	€	45.300	2.600	8.800	11.000	2.700	2.100
Gesamtinvestition	€	347.600	20.000	67.500	84.000	20.600	16.400

Wirtschaftlichkeit dezentral Schulzentrum		BBS I	BBS II	BBS III	Gymnasium Sporthalle Grundschule Sporthalle	Regionale Schule Sporthalle	Kindergarten
Nennwärmeleistung	kW _{th}	600	150	66	1.120	750	15
Investitionskosten inkl. MwSt.	€	347.600	20.000	0	0	67.500	0
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	27.085	1.540	0	0	5.193	0
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	45.903	11.129	4.577	125.849	68.577	1.344
Betriebskosten inkl. MwSt.	€/a	1.573	1.038	918	1.702	2.119	898
Jahreskosten inkl. MwSt.	€/a	74.561	13.707	5.495	127.551	75.889	2.242
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	624.000	109.000	66.000	1.567.000	902.000	19.000
Wärmepreis inkl. MwSt.	Ct/kWh _{th}	11,9	12,6	8,3	8,1	8,4	11,8

Wirtschaftlichkeit dezentral Nähe Freizeitbad	Freizeitbad/ Hunsrück- halle	Rottmann- Grundschule	DRK (ehemals Post)	Einkaufs- markt	Rathaus	Finanzamt	Amtsgericht	DLR Simmern	Schloss
Nennwärmeleistung kW _{th}	1.260	475	150	120	320	140	206	230	240
Investitionskosten inkl. MwSt. €	84.000	0	20.600	16.400	0	0	0	0	0
Kapitalkosten inkl. MwSt. €/a	7.555	0	1.588	1.257	0	0	0	0	0
Verbrauchskosten inkl. MwSt. €/a	283.608	40.043	11.831	9.620	25.610	10.329	21.409	19.852	19.942
Betriebskosten inkl. MwSt. €/a	20.203	2.057	1.084	1.032	1.849	1.011	1.618	1.654	1.126
Summe Kosten €/a	311.366	42.100	14.503	11.909	27.459	11.340	23.027	21.506	21.068
Gutschrift Rücker- stattung Mineral- ölsteuer €/a	24.764								
Stromgutschrift inkl. MwSt. €/a	118.900								
Summe Erlöse €/a	143.664								
Jahreskosten €/a	167.702	42.100	14.503	11.909	27.459	11.340	23.027	21.506	21.068
Wärmebedarf kWh _{th} /a	2.764.500	546.000	182.000	148.000	327.000	145.000	270.000	238.000	285.000
Wärmepreis inkl. MwSt. Ct/kWh _{th}	6,1	7,7	7,9	8,0	8,4	7,8	8,5	9,0	7,4

Wirtschaftlichkeit dezentral weitere Liegenschaft		Hunsrückschule
Nennwärmeleistung	kW _{th}	500
Investitionskosten inkl. MwSt.	€	0
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	0
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	19.828
Betriebskosten inkl. MwSt.	€/a	5.442
Jahreskosten inkl. MwSt.	€/a	25.270
Wärmebedarf	kWh _{th} /a	550.000
Wärmepreis inkl. MwSt.	Ct/kWh _{th}	4,6