

Konzept zur Wärme- und Stromversorgung des Militärdepots in Bruchmühlbach-Miesau

Mit freundlicher Unterstützung des:



Rheinland-Pfalz

Ministerium für Umwelt, Forsten
und Verbraucherschutz

Auftraggeber: Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz
Rheinland-Pfalz

Datum: 04.08.2006

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

Dipl.-Ing. (FH) Christian Pohl

Tel: 06721 / 409 218

Fax: 06721 / 409 184

pohl@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	4
1.1 Stromverbrauch.....	4
1.2 Wärmeverbrauch	5
2 Möglichkeiten zur Erweiterung des Nahwärmenetzes	6
3 Auslegung KWK-Anlagen	7
4 Vorstellung der BHKW-Varianten	9
5 Energiebilanz	11
6 Kohlendioxid-Emissionsbilanz	20
7 Wirtschaftlichkeit	23
8 Zusammenfassung	29

Einleitung

Die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau sind wirtschaftlicher Eigentümer der Heizwerke im US-Militärdepot „Miesau Army Depot“, die von der Favorit Unternehmens-Verwaltungs-GmbH betrieben werden.

Die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau haben der US-Regierung angeboten, auch die Stromversorgung und den Netzbetrieb im Miesau Army Depot zu übernehmen. In Verbindung dazu finden Überlegungen zur eigenen Stromerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen statt, sodass das Militärdepot als Absatzmarkt sowohl für Strom als auch für Wärme genutzt werden kann.

Neben mehreren, dezentralen Heizanlagen und zwei Wärmepumpen ($12 \text{ kW}_{\text{th}}$) werden drei größere Heizwerke zur Nahwärmeversorgung mit bis zu $4,8 \text{ MW}_{\text{th}}$ betrieben. Als Brennstoff wird Heizöl eingesetzt. Mit der Übernahme der Heizanlagen wurden die Nahwärmenetze optimiert.

Im Konzept wird die Strom- und Wärmeerzeugung mit KWK-Anlagen auf Basis verschiedener Brennstoffe untersucht. Im Hintergrund wird als Ziel die mögliche Lieferung von Regenergie für den Ortsteil Bruchmühlbach verfolgt, was als eine wichtige Anforderung aus einer vorangegangenen Studie¹ zur Stromversorgung des Ortsteils Bruchmühlbach resultierte.

¹ TSB: Mit einem Energiemix aus Wind, Sonne, einer NaS-Batterie zur Stromspeicherung und Bioenergie vom 100 %-Fossilenergieimporteur zum 100 %-Regenerativversorger und zum Energieexporteur auf Basis eigener heimischer Energiequellen dargestellt am Beispiel der Gemeinde Bruchmühlbach, 2006

1 Ist-Analyse

In der Ist-Analyse wird der derzeitige Stromverbrauch und Wärmeverbrauch im Miesau Army Depot dokumentiert. Dies dient dann der Dimensionierung der KWK-Anlagen.

1.1 Stromverbrauch

Die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau stellten den Stromlastgang als 15-Minuten-Leistungswerte für den Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.08.2005 zur Verfügung.

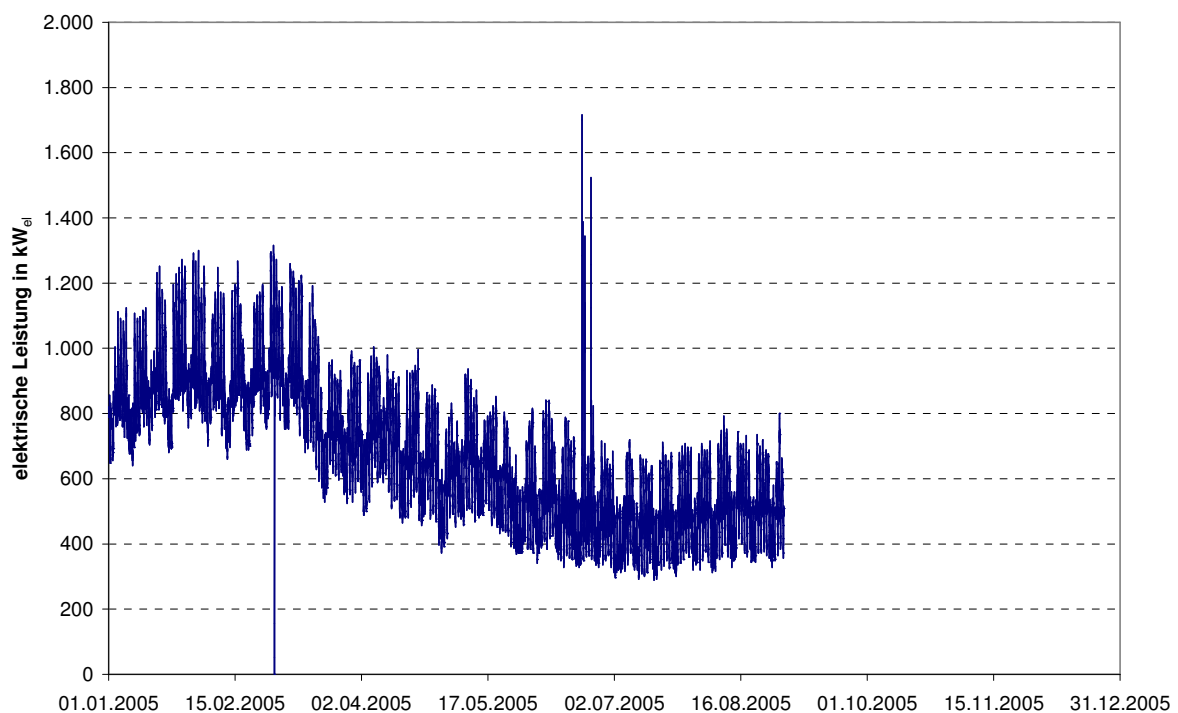


Abbildung 1-1 Stromlastgang Miesau Army Depot
vom 01.01.2005 bis zum 31.12.2005

Es ist am Stromlastgang auffällig, dass sich ein ähnlicher Lastgang einstellt wie bei der Wärmeversorgung mit Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Unter Vernachlässigung der offensichtlichen Ausreißerwerte werden die minimale und die maximale 15-Minuten-Leistung bestimmt.

Stromlieferung Jan. - Aug. 2005	ca. 3.933 MWh _{el} /a
Minimale 15-Minuten-Leistung	ca 288 kW _{el}
maximale 15-Minuten-Leistung	ca 1.316 kW _{el}

Tabelle 1-1 Kenndaten Stromverbrauch Miesau Army Depot

1.2 Wärmeverbrauch

Die Favorit Unternehmens-Verwaltungs-GmbH stellte als Betreibergesellschaft der Heizanlagen die Wärmelieferung zur Verfügung.

Neben 12 dezentralen Heizkesseln mit einer Wärmeleistung von 20 kW_{th} bis zu 646 kW_{th} und zwei Wärmepumpen mit 12 kW_{th} sind drei größere Heizwerke auf dem Militärdepot installiert. Als Brennstoff wird nur Heizöl eingesetzt. Die Verbrauchs- und Kenndaten der Heizwerke sind in der Tabelle zusammengefasst.

Während Heizwerk 1237 und 1370 auch außerhalb der Heizperiode Wärme liefern, stellt Heizwerk 1593 nur Wärme zur Raumheizung zur Verfügung. Mithilfe der monatlichen Verbrauchsdaten wird die Wärmelieferung zur Raumheizung und Warmwasserbereitung grob abgeschätzt.

		Heizwerk 1237	Heizwerk 1370	Heizwerk 1593
Installierte Heizleistung				
Raumheizung	kW _{th}		2 x 2.000	2 x 1.500
Warmwasserbereitung	kW _{th}		800	
Summe	kW _{th}	1.226	4.800	3.000
Wärmelieferung 2005				
Raumheizung	MWh _{th} /a	898	4.031	2.987
Warmwasserbereitung	MWh _{th} /a	66	1.510	
Summe	MWh _{th} /a	964	5.541	2.987
Vollbenutzungsstunden	h/a	786	1.154	996

Tabelle 1-2 Kenndaten Wärmeverbrauch Miesau Army Depot

Die niedrigen Vollbenutzungsstunden der Heizwerke deuten darauf hin, dass aus Gründen der Versorgungssicherheit die installierte Heizleistung überdimensioniert ist.

2 Möglichkeiten zur Erweiterung des Nahwärmenetzes

Nach der Übernahme der Wärmeversorgung im Miesau Army Depot prüften und optimierten die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau das Nahwärmenetz.

Abhängig vom Wärmeleistungsbedarf der Gebäude und der Entfernung zum Nahwärmeleitungsnetz, was eine wirtschaftliche Anbindung beeinflusst, wurden die entsprechenden Gebäude angeschlossen.

Aufgrund dessen ist die Untersuchung zur Erweiterung des Nahwärmenetzes hinfällig.

Trotz der nachträglichen Anbindung von Gebäuden an das Nahwärmenetz zeigen die Wärmeverbrauchsdaten eine geringe Auslastung der Heizwerke.

3 Auslegung KWK-Anlagen

Es wird für die beiden größeren Heizwerke mit je 4,8 MW_{th} und 3 MW_{th} jeweils eine KWK-Anlage ausgelegt, sodass diese wärmegeführt betrieben werden können. Für eine hohe Betriebsstundenzahl einer KWK-Anlage ist ein sommerlicher Wärmebedarf von Vorteil, denn so kann die Wärme genutzt werden und muss nicht über einen Notkühler abgeführt werden.

Mit einer kleinsten, benötigten, elektrischen Leistung in Höhe von rund 288 kW_{el} wird ein BHKW mit 250 kW_{el} ausgewählt. Dieses BHKW erzielt im Heizwerk 1370 (Raumheizung und Warmwasserbereitung) mit bis zu 7.000 h/a eine hohe Auslastung.

Da in der Spitze eine elektrische Leistung von bis zu etwa 1.300 kW_{el} benötigt werden, bietet sich im Heizwerk 1593 (nur Raumheizung) der Einsatz eines zweiten BHKW an. Der Stromlastgang des Miesau Army Depots zeigt einen ähnlichen Verlauf wie ein Wärmelastgang mit Raumheizung und Warmwasserbereitung, sodass das zweite BHKW während der Heizperiode mit einem höheren Leistungsbedarf in der Wärme- und Stromversorgung betrieben werden kann. Damit ist eine Auslastung mit bis zu 5.000 h/a zu rechnen.

Zur Veranschaulichung sind die monatlichen Verbrauchsdaten zum Strom- und Wärmeverbrauch abgebildet.

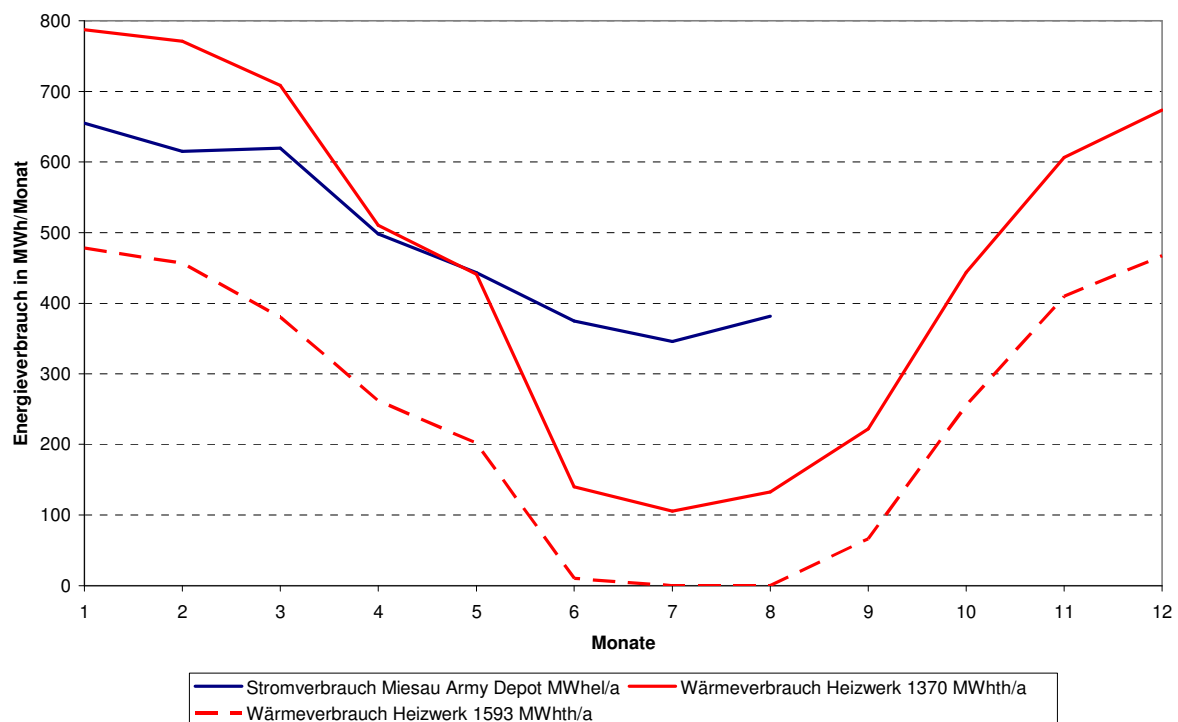


Abbildung 3-1 Monatlicher Strom- und Wärmeverbrauch Miesau Army Depot

Als Brennstoff für die KWK-Anlagen kann Heizöl, Pflanzenöl oder Holz eingesetzt werden.

Das Miesau Army Depot liegt in einem 600 ha umfassenden Staatsforst. In der Energiebilanz wird die erforderliche Holzhackschnitzelmenge berechnet. Damit ist eine Abschätzung zur Holzhackschnitzelmenge aus der Durchforstung und zum LKW-Lieferverkehr bei Anlieferung des gesamten Bedarfs von extern, der den vorgeschriebenen Kontrollen bei der Einfahrt in das Miesau Army Depot unterliegt, möglich. Nach Ermittlung der Brennstoffmenge kann entschieden werden, ob der hohe Kontrollaufwand an der Einfahrt den Betrieb eines Holzgas-BHKW behindert.

Die Kläranlage der Verbandsgemeinde Bruchmühlbach-Miesau, in die auch Abwasser des Miesau Army Depots eingeleitet wird, ist für eine wirtschaftliche Verstromung von Biogas zu klein.

Da keine Erdgasleitungen im Miesau Army Depot verlegt sind, ist eine Erdgas-BHKW-Anlage mit dem erforderlichen Erdgasanschluss zu aufwendig.

4 Vorstellung der BHKW-Varianten

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 öffentliche Netz oder ins Hausnetz zum Eigenverbrauch eingespeist werden. Für die Einspeisung ins öffentliche Netz wird abhängig von der Anlage eine Vergütung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz oder dem Erneuerbare-Energien-Gesetz gezahlt. Durch den Eigenverbrauch des erzeugten Stromes reduzieren sich die Stromkosten.

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.

Heizöl-BHKW

In einem Dieselmotor wird Heizöl als Brennstoff eingesetzt. Nach dem Energiesteuergesetz wird aufgrund der Kraft-Wärme-Kopplung in einer ortsfesten Anlage mit einem Jahresnutzungsgrad größer als 70 % eine Rückerstattung der Energiesteuer, früher als Mineralölsteuer bezeichnet, gewährt.

Rapsöl-BHKW

Rapsöl wird als Brennstoff in speziell entwickelten Pflanzenölmotoren oder in umgerüsteten Dieselmotoren genutzt. Der Kraftstoff erfordert angepasste Anlagekomponenten wie z. B. Lagerung, Vorwärmung, Einspritzsystem und Motorentechnik, da Rapsöl andere spezifische Eigenschaften aufweist wie Heizöl. Rapsöl unterliegt stärker Alterungsprozessen, weil keine Additive zu gegeben werden. Außerdem ist Rapsöl frostsicher zu lagern.

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.



Abbildung 4-1 Holzvergasungsanlage (Quelle: Fa. Mothermik, Pfalzfeld)

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 Reformer können die im Holzgas enthaltenen Teere in Brenngas umgewandelt werden.

Das Holzgas wird zur Strom- und Wärmeerzeugung 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.

5 Energiebilanz

In der Energiebilanz sind die umgesetzten Energie- und Brennstoffmengen für den Betrieb von jeweils einem Heizöl-BHKW, einem Rapsöl-BHKW und einem Holzgas-BHKW in den beiden größten Heizwerk im Miesau Army Depot aufgeführt. Zusätzlich werden die Daten zum Ist-Zustand angegeben.

Heizwerk 1370		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl
Installierte Heizleistung, gesamt	kW_{th}	4.800
Raumheizung	kW_{th}	2 x 2.000
Warmwasserbereitung	kW_{th}	800
Wärmelieferung 2005, gesamt	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	5.541
Raumheizung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	4.031
Warmwasserbereitung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	1.510
Minimale, elektrische Leistung	kW_{el}	288
Maximale, elektrische Leistung	kW_{el}	1.316
Wärmeerzeugung Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	5.541
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	%	88,5
Heizölbedarf Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$	6.261.469
Heizölmenge Heizkessel	l/a	621.177

Tabelle 5-1 Energiebilanz Ist-Zustand Heizwerk 1370

Heizwerk 1370		Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Installierte Heizleistung, gesamt	kW_{th}	4.800	4.800	4.800
Raumheizung	kW_{th}	2 x 2.000	2 x 2.000	2 x 2.000
Warmwasserbereitung	kW_{th}	800	800	800
Wärmelieferung 2005, gesamt	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	5.541	5.541	5.541
Raumheizung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	4.031	4.031	4.031
Warmwasserbereitung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	1.510	1.510	1.510
Minimale, elektrische Leistung	kW_{el}	288	288	288
Maximale, elektrische Leistung	kW_{el}	1.316	1.316	1.316
Elektrische Leistung BHKW	kW_{el}	250	250	265
Thermische Leistung BHKW	kW_{th}	314	303	246
Stromerzeugung BHKW	$\text{MWh}_{\text{el}}/\text{a}$	1.750	1.750	1.855
Wärmeerzeugung BHKW	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	2.198	2.121	1.722
Wärmeerzeugung Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	3.343	3.420	3.819
Elektrischer Wirkungsgrad BHKW	%	37	38	28
Thermischer Wirkungsgrad BHKW	%	47	46	25,5
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	%	88,5	88,5	88,5
Heizölbedarf BHKW	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$	4.730		
Heizölmenge BHKW	l/a	469.219		
Rapsölbedarf BHKW	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$		4.605	
Rapsölmenge BHKW	t/a		474	
HHS-Bedarf BHKW	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$			6.625
HHS-Menge BHKW	Sm^3/a			7.068
RME-Bedarf BHKW	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$			497
RME-Menge BHKW	l/a			56.000
Heizölbedarf Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$	3.778	3.865	4.315
Heizölmenge Heizkessel	l/a	374.787	383.419	428.089
Vermiedener Heizölverbrauch Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$	2.484	2.397	1.946
Vermiedene Heizölmenge Heizkessel	l/a	246.390	237.759	193.088

Tabelle 5-2 Energiebilanz BHKW-Varianten Heizwerk 1370

Heizwerk 1593		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl
Installierte Heizleistung, gesamt	kW_{th}	3.000
Raumheizung	kW_{th}	3.000
Warmwasserbereitung	kW_{th}	
Wärmelieferung 2005, gesamt	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	2.987
Raumheizung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	2.987
Warmwasserbereitung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	
Minimale, elektrische Leistung	kW_{el}	288
Maximale, elektrische Leistung	kW_{el}	1.316
Wärmeerzeugung Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	2.987
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	%	88,5
Heizölbedarf Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$	1.664
Heizölmenge Heizkessel	l/a	165.052

Tabelle 5-3 Energiebilanz Ist-Zustand Heizwerk 1593

Heizwerk 1593		Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Installierte Heizleistung, gesamt	kW _{th}	3.000	3.000	3.000
Raumheizung	kW _{th}	3.000	3.000	3.000
Wärmelieferung 2005, gesamt	MWh _{th} /a	2.987	2.987	2.987
Raumheizung	MWh _{th} /a	2.987	2.987	2.987
Minimale, elektrische Leistung	kW _{el}	288	288	288
Maximale, elektrische Leistung	kW _{el}	1.316	1.316	1.316
Elektrische Leistung BHKW	kW _{el}	250	250	265
Thermische Leistung BHKW	kW _{th}	314	303	246
Stromerzeugung BHKW	MWh _{el} /a	1.250	1.250	1.325
Wärmeerzeugung BHKW	MWh _{th} /a	1.570	1.515	1.207
Wärmeerzeugung Heizkessel	MWh _{th} /a	1.417	1.472	1.781
Elektrischer Wirkungsgrad BHKW	%	37	38	28
Thermischer Wirkungsgrad BHKW	%	47	46	25,5
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	%	88,5	88,5	88,5
Heizölbedarf BHKW	MWh _{Hu} /a	3.378		
Heizölmenge BHKW	l/a	335.157		
Rapsölbedarf BHKW	MWh _{Hu} /a		3.289	
Rapsölmenge BHKW	t/a		338	
HHS-Bedarf BHKW	MWh _{Hu} /a			4.377
HHS-Menge BHKW	Sm ³			5.048
RME-Bedarf BHKW	MWh _{Hu} /a			355
RME-Menge BHKW	l/a			40.000
Heizölbedarf Heizkessel	MWh _{Hu} /a	1.602	1.664	1.985
Heizölmenge Heizkessel	l/a	158.887	165.052	196.960
Vermiedener Heizölverbrauch Heizkessel	MWh _{Hu} /a	1.774	1.712	1.390
Vermiedene Heizölmenge Heizkessel	l/a	175.993	169.828	137.920

Tabelle 5-4 Energiebilanz BHKW-Varianten Heizwerk 1593

Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl
Installierte Heizleistung, gesamt	kW_{th}	7.000
Raumheizung	kW_{th}	7.000
Warmwasserbereitung	kW_{th}	800
Wärmelieferung 2005, gesamt	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	8.528
Raumheizung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	7.018
Warmwasserbereitung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	1.510
Minimale, elektrische Leistung	kW_{el}	288
Maximale, elektrische Leistung	kW_{el}	1.316
Wärmeerzeugung Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	8.528
Raumheizung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	7.018
Warmwasserbereitung	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	1.510
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	%	88,5
Heizölbedarf Heizkessel	$\text{MWh}_{\text{Hu}}/\text{a}$	6.092
Heizölmenge Heizkessel	l/a	604.362

Tabelle 5-5 Energiebilanz Ist-Zustand Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593

Heizwerk 1370 und Heizwerk1593		Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Installierte Heizleistung, gesamt	kW _{th}	7.000	7.000	7.000
Raumheizung	kW _{th}	7.000	7.000	7.000
Warmwasserbereitung	kW _{th}	800	800	800
Wärmelieferung 2005, gesamt	MWh _{th} /a	8.528	8.528	8.258
Raumheizung	MWh _{th} /a	7.018	7.018	7.018
Warmwasserbereitung	MWh _{th} /a	1.510	1.510	1.510
Minimale, elektrische Leistung	kW _{el}	288	288	288
Maximale, elektrische Leistung	kW _{el}	1.316	1.316	1.316
Elektrische Leistung BHKW	kW _{el}	500	500	530
Thermische Leistung BHKW	kW _{th}	628	606	492
Stromerzeugung BHKW	MWh _{el} /a	3.000	3.000	3.180
Wärmeerzeugung BHKW	MWh _{th} /a	3.768	3.636	2.953
Wärmeerzeugung Heizkessel	MWh _{th} /a	4.761	4.893	5.576
Elektrischer Wirkungsgrad BHKW	%	37	38	28
Thermischer Wirkungsgrad BHKW	%	47	46	25,5
Jahresnutzungsgrad Heizkessel	%	88,5	88,5	88,5
Heizölbedarf BHKW	MWh _{Hu} /a	8.108		
Heizölmenge BHKW	l/a	804.376		
Rapsölbedarf BHKW	MWh _{Hu} /a		7.895	
Rapsölmenge BHKW	t/a		812	
HHS-Bedarf BHKW	MWh _{Hu} /a			10.505
HHS-Menge BHKW	Sm ³ /a			12.116
RME-Bedarf BHKW	MWh _{Hu} /a			852
RME-Menge BHKW	l/a			96.000
Heizölbedarf Heizkessel	MWh _{Hu} /a	5.379	5.529	6.301
Heizölmenge Heizkessel	l/a	533.674	548.471	625.050
Vermiedener Heizölverbrauch Heizkessel	MWh _{Hu} /a	4.258	4.108	3.337
Vermiedene Heizölmenge Heizkessel	l/a	422.384	407.587	331.008

Tabelle 5-6 Energiebilanz BHKW-Varianten Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593

Die Holzhackschnitzelmenge aus der Durchforstung des Staatsforsts, in dem sich das Miesau Army Depot befindet, wird mit durchschnittlichen Werten aus der Literatur¹ bestimmt, die allerdings stark schwanken.

Fläche Staatsforst	600 ha
Spez. Holzhackschnitzelmenge bei Durchforstung alle 10 Jahre	70 Sm ³ /ha
Holzhackschnitzelmenge Durchforstung alle 10 Jahre	42.000 Sm ³ /10a
Holzhackschnitzelmenge pro Jahr	4.200 Sm ³ /a

Tabelle 5-7 Abschätzung Holzhackschnitzelmenge aus Durchforstung

Der Vergleich zum Holzhackschnitzelbedarf für die Varianten mit Holzgas-BHKW zeigt, ob die Menge ausreicht oder nicht.

		Heizwerk 1370	Heizwerk 1593	Heizwerk 1370 + Heizwerk 1593
Bedarf HHS-Menge	Sm ³ /a	7.068	5.048	12.116
HHS-Menge Durchforstung	Sm ³ /a	4.200	4.200	4.200
Restbedarf HHS-Menge	Sm ³ /a	2.868	848	7.916
Deckungsgrad Durchforstung	%	59	83	35

Tabelle 5-8 Bestimmung Deckungsgrad der Holzhackschnitzelmenge aus Durchforstung

Die abgeschätzte, jährliche Holzhackschnitzelmenge aus der Durchforstung kann den Bedarf in den Heizwerken nicht vollständig decken.

¹ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): Leitfaden Bioenergie – Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen, Gülzow 2005

Da der LKW-Lieferverkehr in das Miesau Army Depot den vorgeschriebenen Kontrollen unterliegt und somit die Umsetzung der Variante beeinflusst, wird für die Varianten einschließlich des Ist-Zustands der LKW-Lieferverkehr zur Brennstofflieferung gegenübergestellt.

Es wird angenommen, dass das Heizöl und Rapsöl in Tanksattelaufleger mit 40 m³ Inhalt und die Holzhackschnitzel in einem Sattelaufleger mit Anhänger mit insgesamt 80 m³ Inhalt geliefert werden. Außerdem wird unterschieden, ob Holzhackschnitzel nur von extern oder vom Staatsforst und extern bezogen werden.

Heizwerk 1370		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl	Variante 1 Heizkessel + BHKW Heizöl	Variante 2 Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Variante 3 Heizkessel + BHKw Heizöl + HHS + RME HHS extern	Variante 3 Heizkessel + BHKw Heizöl + HHS + RME HHS Staatsforst und extern
LKW-Fahrten	1/a	16	23	24	100	47
Mehrfahrten	1/a		7	8	84	31
Erhöhung der Fahrten	%		44	50	525	194

Tabelle 5-9 Vergleich des LKW-Lieferverkehrs für Heizwerk 1370

Heizwerk 1593		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl	Variante 1 Heizkessel + BHKW Heizöl	Variante 2 Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Variante 3 Heizkessel + BHKw Heizöl + HHS + RME HHS extern	Variante 3 Heizkessel + BHKw Heizöl + HHS + RME HHS Staatsforst und extern
LKW-Fahrten	1/a	9	13	15	69	16
Mehrfahrten	1/a		4	6	60	7
Erhöhung der Fahrten	%		44	67	667	78

Tabelle 5-10 Vergleich des LKW-Lieferverkehrs für Heizwerk 1593

Heizwerk 1370 + Heizwerk 1593		Ist- Zustand Heizkessel Heizöl	Variante 1 Heizkessel + BHKW Heizöl	Variante 2 Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Variante 3 Heizkessel + BHKw Heizöl + HHS + RME HHS extern	Variante 3 Heizkessel + BHKw Heizöl + HHS + RME HHS Staats- forst und extern
LKW-Fahrten	1/a	24	35	38	168	115
Mehrfahrten	1/a		11	14	144	91
Erhöhung der Fahrten	%		46	58	600	379

Tabelle 5-11 Vergleich des LKW-Lieferverkehrs für Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593

Der Vergleich zeigt, dass der LKW-Lieferverkehr um mindestens die Hälfte und um maximal fast das Siebenfache des derzeitigen Lieferverkehrs zur Brennstofflieferung zunehmen würde. Durch die geringe, volumenbezogene Energiedichte der Holzhackschnitzel gegenüber von Heizöl oder Rapsöl resultiert der hohe Lieferverkehr.

6 Kohlendioxid-Emissionsbilanz

Eine ökologische Bewertung der BHKW-Anlagen erfolgt mithilfe einer Kohlendioxid-Emissionsbilanz. Dazu werden die BHKW-Varianten den vorhandenen Heizkesseln gegenübergestellt.

Die spezifische CO₂-Emission für Heizöl beträgt 371,7 g CO₂/kWh_{HU}. Unter Anrechnung einer Gutschrift für die Wärmeerzeugung auf Ölheizung ergeben sich für ein Heizöl-BHKW spezifische CO₂-Emissionen bezogen auf die Stromerzeugung von 404,8 kg CO₂/MWh_{el}. Mit der CO₂-Neutralität der Biomasse Rapsöl betragen die spezifischen CO₂-Emissionen für ein Rapsöl-BHKW unter Anrechnung einer Gutschrift für die Wärmeerzeugung auf Ölheizung 320,2 kg CO₂/MWh_{el}. Für das Holzgas-BHKW betragen die spezifischen CO₂-Emissionen - 443,9 kg CO₂/MWh_{el}, was auf die CO₂-Neutralität der Biomasse Holz und die Anrechnung einer Wärmegutschrift bezogen auf eine Ölheizung beruht.

Heizwerk 1370		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Heizölbedarf Heizkessel	MWh _{HU} /a	6.261	3.778	3.865	4.315
Stromerzeugung BHKW	MWh _{el} /a		1.750	1.750	1.855
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	1.989	1.909	1.788	1.371

Tabelle 6-1 Kohlendioxid-Emissionsbilanz Heizwerk 1370

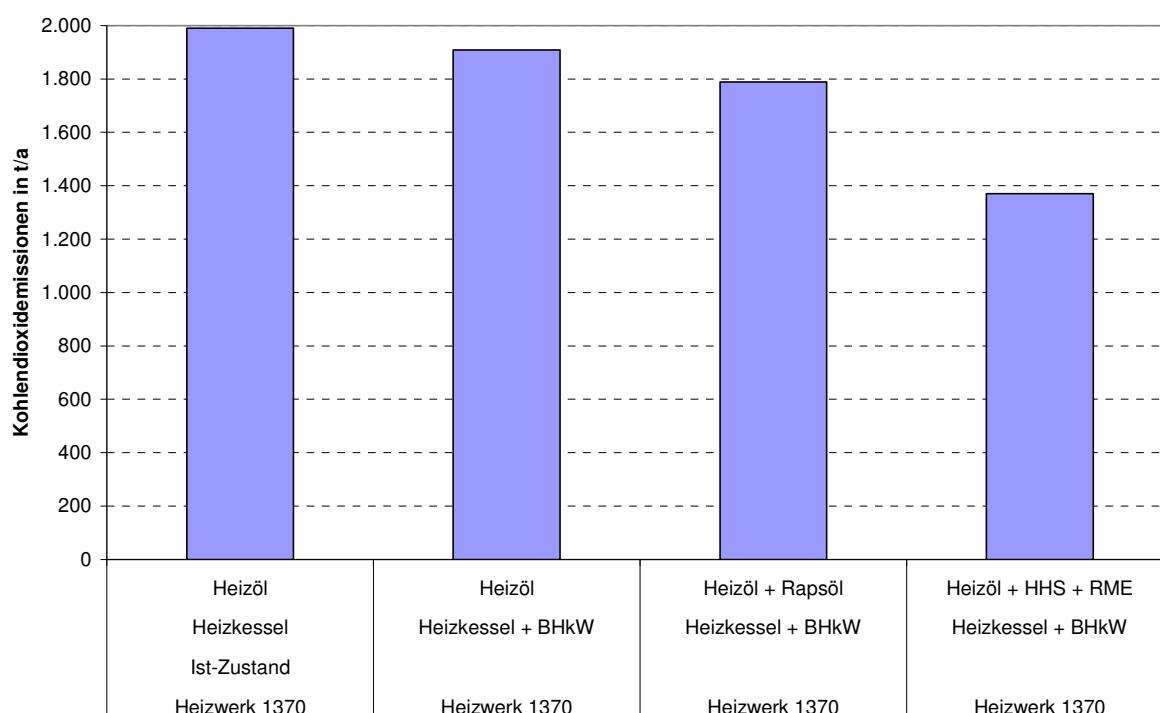


Abbildung 6-1 Kohlendioxid-Emissionsbilanz Heizwerk 1370

Im Vergleich zum Ist-Zustand würden sich die CO₂-Emissionen mit einem Heizöl-BHKW um 4 %, mit einem Rapsöl-BHKW um 10 % und mit einem Holzgas-BHKW um 31 % verringern.

Heizwerk 1593		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Heizölbedarf Heizkessel	MWh _{HU} /a	3.376	1.602	1.664	1.985
Stromerzeugung BHKW	MWh _{el} /a		1.250	1.250	1.325
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	1.072	1.015	906	631

Tabelle 6-2 Kohlendioxid-Emissionsbilanz Heizwerk 1593

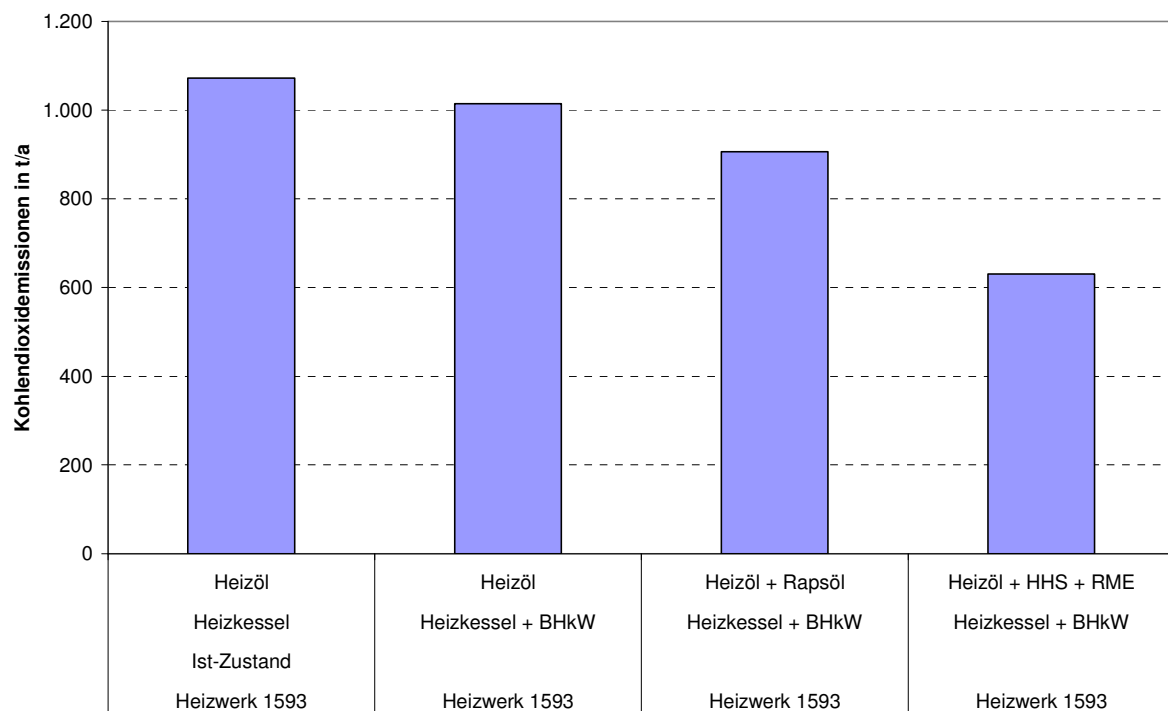


Abbildung 6-2 Kohlendioxid-Emissionsbilanz Heizwerk 1593

Gegenüber Ist-Zustand würden sich die CO₂-Emissionen mit einem Heizöl-BHKW um 5 %, mit einem Rapsöl-BHKW um 15 % und mit einem Holzgas-BHKW um 41 % verringern.

Heizwerk 1370 und 1593		Ist-Zustand Heizkessel Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Heizölbedarf Heizkessel	MWh _{Hu} /a	9.637	5.379	5.529	6.301
Stromerzeugung BHKW	MWh _{el} /a		3.000	3.000	3.180
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂ /a	3.062	2.923	2.663	2.002

Tabelle 6-3 Kohlendioxid-Emissionsbilanz Heizwerk 1370 und 1593

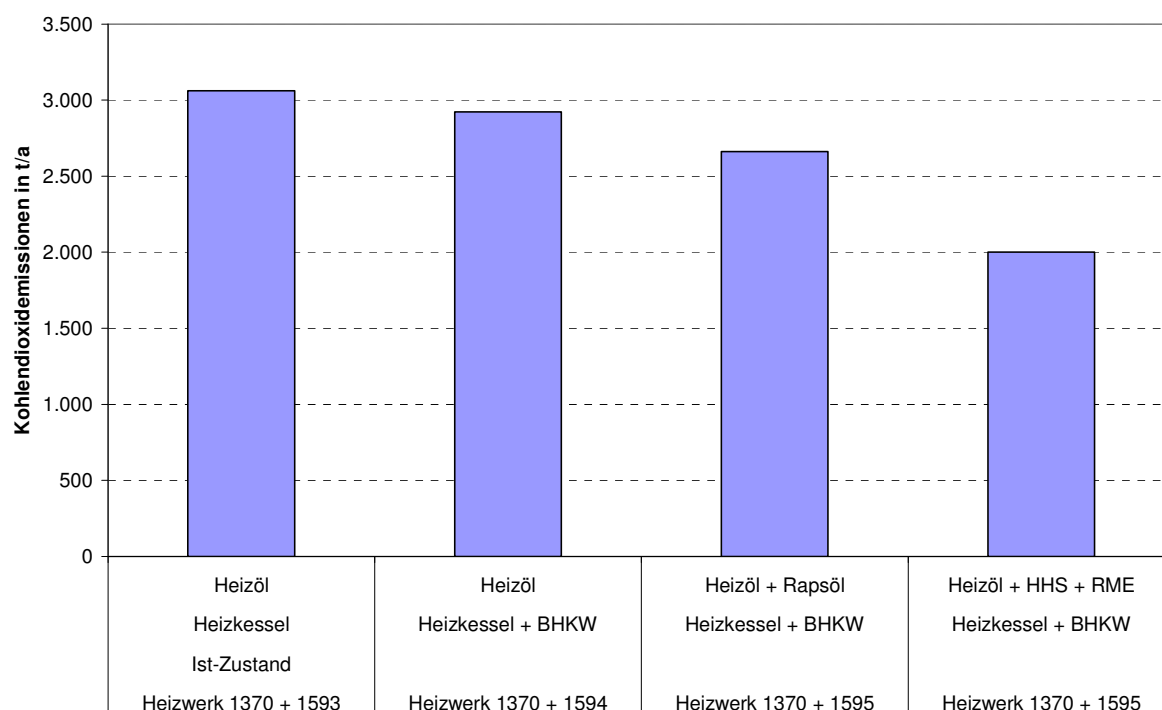


Abbildung 6-3 Kohlendioxid-Emissionsbilanz Heizwerk 1370 und 1593

Im Vergleich zum Ist-Zustand würden sich die CO₂-Emissionen mit zwei Heizöl-BHKW um 5 %, mit zwei Rapsöl-BHKW um 13 % und mit zwei Holzgas-BHKW um 35 % verringern.

7 Wirtschaftlichkeit

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Jahreskosten bzw. der Jahresüberschuss berechnet.

Dazu werden in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 aus den überschlägig ermittelten Investitionskosten die Kapitalkosten berechnet, die zusammen mit den Verbrauchs- und Betriebskosten die Summe der Kosten ergeben. Für die Wärmelieferung wird eine Gutschrift aus den vermiedenen Heizölkosten der Heizwerke angerechnet. Für die Stromeinspeisung ins öffentliche Netz wird eine Gutschrift in Form der Einspeisevergütung einbezogen. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird mit Netto-Kosten durchgeführt.

Rahmenbedingungen

Bestimmung kapitalgebundene Kosten

Zinssatz	4 %
Abschreibungsdauer BHKW	15 Jahre
Abschreibungsdauer Öltank	20 Jahre
Abschreibungsdauer Container	10 Jahre
Abschreibungsdauer Bautechnik	50 Jahre
Abschreibungsdauer Einbindung Heizsystem	20 Jahre
Abschreibungsdauer Trafostation	20 Jahre
Abschreibungsdauer Planung, Unvorhergesehenes	15 Jahre

Bestimmung verbrauchsgebunden Kosten

Spez. Heizölpreis BHKW	43,865 Ct/l
Spez. Rapsölpreis ¹	600 €/t
Spez. HHS-Preis	18 €/Sm ³
Spez. RME-Preis ¹	73 €/Sm ³
Allgemeiner Strompreis ²	5 Ct/kWh _{el}

Bis zum 31.12.2007 bleibt Pflanzenöl von der Energiesteuer befreit. Ab 2008 wird bis 2012 die Energiesteuer auf Pflanzenöl von 10 auf 45 Ct/l schrittweise angehoben. Seit 1. August 2006 wird für RME (Biodiesel) eine Energiesteuer in Höhe von 9 Ct/l erhoben, die bis 2012 ebenfalls auf 45 Ct/l schrittweise angehoben wird.

Da nach dem Energiesteuergesetz KWK-Anlagen mit einer Gesamteffizienz von über 70 % vollständig von der Energiesteuer (früher Mineralölsteuer) befreit sind, wird in der Berechnung der Nettopreis für Rapsöl und RME ohne die Steuer angesetzt. Deswegen wird die Rückerstattung der Steuer nicht separat ausgewiesen.

¹ UFOP: Marktinformation Ölsaaten und Biokraftstoffe, Juli 2006

² TSB: Anlehnung an durchschnittlicher Quartalspreis von III 2005 bis II 2006 der Leipziger Strombörse mit 5,194 Ct/kWh_{el}

Bestimmung betriebsgebundene Kosten

Wartung / Instandhaltung Heizöl-BHKW	1,32 Ct/kWh _{el}
Wartung / Instandhaltung Rapsöl-BHKW	3,20 Ct/kWh _{el}
Wartung / Instandhaltung Holzgas-BHKW	1,80 Ct/kWh _{el}
Personalkosten	30 €/h
Sonstige Kosten (Verwaltung, Steuern, Versicherungen, allgemeine Abgaben)	0,7 % der Investition

Bestimmung Gutschrift Strom

Zur Bestimmung der Einspeisevergütung ist zwischen einem Heizöl-BHKW und einem Rapsöl-BHKW bzw. Holzgas-BHKW zu unterscheiden, denn für ein Heizöl-BHKW ist die Zuschlagszahlung im KWK-Gesetz und für ein Rapsöl-BHKW und ein Holzgas-BHKW im EEG festgelegt.

Aufgrund des am 01. April 2002 in Kraft getretene KWK-Gesetz erhalten neue kleine Anlagen größer 50 kW_{el} bis zu 2.000 kW_{el} (Inbetriebnahme ab 01.04.2002) bis 2010 eine degressive Zuschlagszahlung.

Nach dem Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich vom 21. Juli 2004 erhalten Pflanzenöl-BHKW und Holzgas-BHKW gestaffelt nach der elektrischen Leistung eine Mindesteinspeisevergütung mit einem Aufschlag für nachwachsenden Rohstoff und für Kraft-Wärme-Kopplung. Außerdem erhalten Holzgas-BHKW noch einen weiteren Aufschlag für die Technologie. Die Mindesteinspeisevergütung hängt vom Inbetriebnahmejahr ab.

Die Einspeisevergütung vom Energieversorger ist mit dem durchschnittlichen Preis für Baseload-Strom des jeweils letzten Quartals festgesetzt. Dadurch ändert sich die Einspeisevergütung alle drei Monate. Hier wird allerdings der Durchschnittspreis der letzten vier Quartale von III 2005 bis II 2006 angesetzt.

Heizöl-BHKW

Einspeisevergütung EVU ¹	5,194 Ct/kWh _{el}
Einsparung durch vermiedene Netznutzung	0,500 Ct/kWh _{el}
Zuschlag nach KWK-Gesetz 2006	2,128 Ct/kWh _{el}
Summe	7,822 Ct/t/kWh _{th}

Einspeisevergütung nach EEG 2006

Rapsöl-BHKW Heizwerk 1370	18,62 Ct/kWh _{el}
Rapsöl-BHKW Heizwerk 1593	19,16 Ct/kWh _{el}
Holzgas-BHKW Heizwerk 1370	20,73 Ct/kWh _{el}
Holzgas-BHKW Heizwerk 1593	21,16 Ct/kWh _{th}

Bestimmung Gutschrift Wärme

Spez. Heizölpreis Heizkessel ¹	52 Ct/l
---	---------

¹ EEX: Durchschnittspreis Baseload-Strom der vier Quartal III 2005 bis II 2006

Die abgeschätzten Investitionskosten sind ohne die gesetzliche Mehrwertsteuer angegeben.

Heizwerk 1370 bzw. Heizwerk 1593		Heizöl- BHKW	Rapsöl- BHKW	Holzgas- BHKW
BHKW				
BHKW mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	102.500	240.000	698.700
Öltanks				
Anbindung an vorhandene Heizöltanks	€	1.000		
Rapsöltank mit Zubehör inkl. Montage	€		94.500	
Container				
Container mit Zubehör	€	38.300	38.300	
Bautechnik				
Fundament Container	€	4.400	4.400	
Holzbau für Pufferspeicher	€	4.500	4.500	4.500
Fundament Rapsöltank	€		6.100	
Halle und Außenanlage für Holzvergaser und Holzgas-BHKW	€			273.800
Einbindung in Heizsystem				
Pufferspeicher, Armaturen, Rohrleitungen, Isolierung inkl. Montage	€	24.700	24.700	24.700
Trafostation				
Trafostation inkl. Erdarbeiten und Montage	€	25.000	25.000	25.000
Planung, Unvorhergesehenes				
Planung, Unvorhergesehenes	€	30.100	65.600	154.000
Gesamtinvestition	€	230.500	503.100	1.180.700

Tabelle 7-1 Investitionen Heizwerk 1370 bzw. Heizwerk 1593

¹ Heizölbörse: PLZ 66, 29. KW 2006, Extrapolation spezifischer Heizölpreis für 50.000 l

Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593		Heizöl-BHKW	Rapsöl-BHKW	Holzgas-BHKW
BHKW				
BHKW mit Zubehör inkl. Montage und Inbetriebnahme	€	205.000	480.000	1.397.500
Öltanks				
Anbindung an vorhandene Heizöltanks	€	2.000		
Rapsöltank mit Zubehör inkl. Montage	€		189.000	
Container				
Container mit Zubehör	€	76.600	76.600	
Bautechnik				
Fundament Container	€	8.800	8.800	
Holzbau für Pufferspeicher	€	9.000	9.000	9.000
Fundament Rapsöltank	€		12.200	
Halle und Außenanlage für Holzvergaser und Holzgas-BHKW	€			530.700
Einbindung in Heizsystem				
Pufferspeicher, Armaturen, Rohrleitungen, Isolierung inkl. Montage	€	49.300	49.300	49.300
Trafostation				
Trafostation inkl. Erdarbeiten und Montage	€	27.500	27.500	27.500
Planung, Unvorhergesehenes				
Planung, Unvorhergesehenes	€	56.700	127.900	302.100
Gesamtinvestition	€	434.900	980.300	2.316.100

Tabelle 7-2 Investitionen Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593

Die Ermittlung des Jahresüberschusses erfolgt nach den Aufstellungen in den Tabellen.

Heizwerk 1370		Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Investitionskosten	€	230.500	503.100	1.180.700
Kapitalkosten	€/a	20.793	43.517	93.305
Verbrauchskosten	€/a	216.306	285.336	173.349
Betriebskosten	€/a	25.974	60.782	54.780
Summe Kosten	€/a	263.073	389.635	321.434
Gutschrift Strom	€/a	136.885	328.475	385.655
Gutschrift Wärme	€/a	128.123	123.635	100.406
Summe Erlöse		265.008	452.110	486.061
Jahresüberschuss	€/a	1.935	62.475	164.627

Tabelle 7-3 Berechnung Wirtschaftlichkeit BHKW im Heizwerk 1370

Der Stromgestehungspreis unter Berücksichtigung der Gesamtkosten und der Wärmegutschrift beträgt für das Heizöl-BHKW 7,6 Ct/kWh_{el}, für das Rapsöl-BHKW 15,2 Ct/kWh_{el} und für das Holzgas-BHKW 11,9 Ct/kWh_{el}.

Heizwerk 1593		Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Investitionskosten	€	230.500	503.100	1.180.700
Kapitalkosten	€/a	20.793	43.517	93.305
Verbrauchskosten	€/a	154.505	203.811	123.821
Betriebskosten	€/a	19.014	44.422	41.505
Summe Kosten	€/a	194.312	291.750	258.631
Gutschrift Strom	€/a	97.775	239.500	280.370
Gutschrift Wärme	€/a	91.516	88.310	71.718
Summe Erlöse		189.291	327.810	352.088
Jahresüberschuss	€/a	-5.021	36.060	93.457

Tabelle 7-4 Berechnung Wirtschaftlichkeit BHKW im Heizwerk 1593

Der Stromgestehungspreis unter Berücksichtigung der Gesamtkosten und der Wärmegutschrift beträgt für das Heizöl-BHKW 8,2 Ct/kWh_{el}, für das Rapsöl-BHKW 16,3 Ct/kWh_{el} und für das Holzgas-BHKW 14,1 Ct/kWh_{el}.

Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593		Heizkessel + BHKW Heizöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + Rapsöl	Heizkessel + BHKW Heizöl + HHS + RME
Investitionskosten	€	434.900	980.300	2.316.100
Kapitalkosten	€/a	39.609	85.074	183.638
Verbrauchsdaten	€/a	370.811	489.147	297.170
Betriebskosten	€/a	44.804	105.022	95.968
Summe Kosten	€/a	455.224	679.243	608.185
Gutschrift Strom	€/a	234.660	567.975	666.025
Gutschrift Wärme	€/a	219.639	211.945	172.124
Summe Erlöse		454.299	779.920	838.149
Jahresüberschuss	€/a	-925	100.677	229.964

Tabelle 7-5 Berechnung Wirtschaftlichkeit BHKW im Heizwerk 1370 und Heizwerk 1593

Der Stromgestehungspreis unter Berücksichtigung der Gesamtkosten und der Wärmegutschrift beträgt für die beiden Heizöl-BHKW 7,9 Ct/kWh_{el}, für die beiden Rapsöl-BHKW 15,6 Ct/kWh_{el} und für die beiden Holzgas-BHKW 12,7 Ct/kWh_{el}.

Bis auf ein Heizöl-BHKW im Heizwerk 1593 sowie jeweils ein Heizöl-BHKW in beiden Heizwerken erwirtschaften alle BHKW-Anlagen in beiden Heizwerken einen Jahresüberschuss und stellen sich damit wirtschaftlich dar. Während sich für den Einsatz von Heizöl-BHKW ein Jahresüberschuss von rund 2.000 €/a bzw. Jahreskosten von ca. 5.000 €/a ergibt, beträgt der Jahresüberschuss für den Einsatz von Rapsöl-BHKW etwa 62.000 €/a bzw. 36.000 €/a und für den Einsatz von Holzgas-BHKW ungefähr 165.000 €/a bzw. 93.000 €/a. Bei Umsetzung der BHKW in beiden Heizzentralen stellen sich für die Heizölvariante ca. 900 €/a als Jahreskosten, für die Rapsölvariante 101.000 €/a und für die Holzgasvariante 261.000 €/a als Jahresüberschuss ein.

8 Zusammenfassung

Die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau sind wirtschaftlicher Eigentümer der Heizwerke im Miesau Army Depot, die von der Favorit Unternehmens-Verwaltungs-GmbH betrieben werden.

In Verbindung dazu finden Überlegungen zur eigenen Stromerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen statt, sodass das Militärdepot als Absatzmarkt sowohl für Strom als auch Wärme genutzt werden kann.

Die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau haben der US-Regierung angeboten, auch die Stromversorgung und den Netzbetrieb im Miesau Army Depot zu übernehmen. In der Ist-Analyse wurde zunächst der derzeitige Strom- und Wärmeverbrauch untersucht. Im Miesau Army Depot beträgt die elektrische Leistung unter Ausschluss möglicher Ausreißerdaten mindestens ca. $288 \text{ kW}_{\text{el}}$ und maximal $1.316 \text{ kW}_{\text{el}}$ für den Zeitraum von Januar bis August 2005.

Die Wärmeversorgung des Miesau Army Depots erfolgt mit 12 dezentralen Heizkesseln mit einer Wärmeleistung von $20 \text{ kW}_{\text{th}}$ bis zu $646 \text{ kW}_{\text{th}}$, zwei Wärmepumpen mit $12 \text{ kW}_{\text{th}}$ und drei größeren Heizwerken mit $1.226 \text{ kW}_{\text{th}}$, $3.000 \text{ kW}_{\text{th}}$ und $4.800 \text{ kW}_{\text{th}}$.

Nach der Übernahme der Wärmeversorgung im Miesau Army Depot prüften und optimierten die Verbandsgemeindewerke Bruchmühlbach-Miesau das Nahwärmenetz.

Es wurde für die beiden größeren Heizwerke mit je $4,8 \text{ MW}_{\text{th}}$ und 3 MW_{th} jeweils eine KWK-Anlage ausgelegt. Für das Heizwerk 1370 mit $4,8 \text{ MW}_{\text{th}}$ installierte Heizleistung, welches Wärme sowohl zur Raumheizung als auch zur Warmwasserbereitung bereitstellt, wurde ein BHKW mit $250 \text{ kW}_{\text{el}}$ ausgewählt. Da die elektrische Mindestleistung etwa $288 \text{ kW}_{\text{th}}$ beträgt, kann das BHKW mit bis zu 7.000 h/a eine hohe Auslastung erreichen. Für das Heizwerk 1593 mit 3 MW_{th} , das nur der Raumheizung dient, wurde ebenfalls ein $250 \text{ kW}_{\text{el}}$ BHKW betrachtet. Dieses BHKW kann dann zu Zeiten mit einem höheren Leistungsbedarf in der Wärme- und Stromversorgung, deren Lastgang ähnlich verläuft, betrieben werden, sodass für die Auslastung bis zu 5.000 h/a zu erwarten sind.

Derzeit wird nur Heizöl als Brennstoff eingesetzt. Als Alternative bietet sich Pflanzenöl oder Holz an, während Biogas im Miesau Army Depot nicht umgesetzt werden kann. Deswegen wurde im Konzept zwischen einem Heizöl-BHKW, einem Rapsöl-BHKW und einem Holzgas-BHKW unterschieden.

In einer Energiebilanz wurden die erforderlichen Brennstoff- und Energiemengen bestimmt. In Bezug auf den Brennstoff Holzhackschnitzel zeigte sich in der Gegenüberstellung zur grob abgeschätzten Holzhackschnitzelmenge aus der Durchforstung des Staatsforsts, in dem das Miesau Army Depot liegt, dass der Bedarf nicht vollständig gedeckt werden kann. Es ist in jedem Fall eine Holzhackschnitzellieferung von extern notwendig. Außerdem wurde für alle Varianten die Anzahl der Fahrten zur Brennstofflieferung angegeben und verglichen, da durch die vorgeschriebenen Kontrollen an der Einfahrt zum Miesau Army Depot der Lieferverkehr die Auswahl einer Variante beeinflusst.

Eine ökologische Bewertung der BHKW-Anlagen erfolgte mithilfe einer Kohlendioxid-Emissionsbilanz. Dazu wurden die BHKW-Varianten den vorhandenen Heizkesseln gegenübergestellt.

Im Vergleich zum Ist-Zustand würden sich für die beiden Heizwerke die CO₂-Emissionen mit einem Heizöl-BHKW um jeweils 4 % bzw. 5 %, mit einem Rapsöl-BHKW um 10 % bzw. 15 % und mit einem Holzgas-BHKW um 31 % bzw. 41 % verringern.

In einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde aus der Bilanz zu den kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten sowie der Wärme- und Stromgutschrift ein Jahresüberschuss für alle Varianten außer für ein Heizöl-BHKW im Heizwerk 1593 sowie für jeweils ein Heizöl-BHKW in beiden Heizwerken berechnet. Bei Umsetzung der BHKW in beiden Heizzentralen stellen sich für die Heizölvariante ca. 900 €/a als Jahreskosten, für die Rapsölvariante 101.000 €/a und für die Holzgas-Variante 261.000 €/a als Jahresüberschuss ein. Zusätzlich wurde der Stromgestehungspreis ermittelt, indem die Jahreskosten aus den kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten abzüglich der Wärmegutschrift auf den erzeugten Strom bezogen wurden. Wenn beide BHKW zum Einsatz kommen, beträgt der Stromgestehungspreis für die beiden Heizöl-BHKW 7,9 Ct/kWh_{el}; für die beiden Rapsöl-BHKW 15,6 Ct/kWh_{el} und für die beiden Holzgas-BHKW 12,7 Ct/kWh_{el}.

Fazit:

Die beiden großen Heizzentralen im Miesau Army Depot sind für den Einsatz von BHKW geeignet. Aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht empfiehlt sich unter den derzeitigen Rahmenbedingungen der Einsatz von Holzgas-BHKW oder Rapsöl-BHKW. Damit wäre bei Umsetzung der BHKW-Anlagen die Lieferung von Regelenergie für den Ortsteil Bruchmühlbach möglich, was im Zusammenhang zur vorangegangenen Studie¹ zur Stromversorgung des Ortsteils Bruchmühlbach steht.

¹ TSB: Mit einem Energiemix aus Wind, Sonne, einer NaS-Batterie zur Stromspeicherung und Bioenergie vom 100 %-Fossilenergieimporteur zum 100 %-Regenerativversorger und zum Energieexporteur auf Basis eigener heimischer Energiequellen dargestellt am Beispiel der Gemeinde Bruchmühlbach, 2006