TSB

Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung im ITB

Vergleich zur Ermittlung einer optimalen Finanzierung der Erneuerung der Wärme-versorgung, Sanitär- und Lüftungsanlagen im Moselbad Cochem

Auftraggeber

SGD Süd Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Abt. D
Hauptstraße 16
67705 Trippstadt

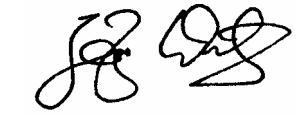
Auftragnehmer

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

Leiter:	Prof. Dr. Ralf Simon
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wirtz Telefon: 06721 / 409 229
	Dipl.-Ing. (FH) Kerstin Kriebs Telefon: 06721 / 409 218
Telefax:	06721 / 409 129
Homepage:	www.tsb-energie.de

Datum: 4. Januar 2005

Dipl.-Ing. (FH) Kerstin Kriebs



Dipl.-Ing. (FH) Jörg Wirtz

Prof. Dr. Ralf Simon

Inhalt

1 Einleitung 3
2 Wärmebedarf des Moselbads Cochem 4
3 Energiebilanz der Wärmeversorgung mit der neuen Heizzentrale 4
4 Energiebilanz der neuen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung 5
5 Wirtschaftlichkeit 5
6 Zusammenfassung 14
Tabellenverzeichnis 15

1 Einleitung

In diesem Konzept wird die optimale Finanzierungsmöglichkeit zur Erneuerung der Wärmeversorgung, der Sanitär- und Lüftungsanlagen im Moselbad Cochem untersucht. Als Grundlage dienen vorangegangene Untersuchungen des Ingenieurbüros Kläs, des Ingenieurbüros Rittgen und der Transferstelle Bingen, die eine Wärmeversorgung auf Basis von Holzhackschnitzel (HHS) favorisieren. Außer der Wärmeerzeugung besteht für die Lüftungsanlage der Schwimmhalle sowie der Umkleide+Duschen und einige Bereiche der Sanitäranlage Erneuerungs- bzw. Sanierungsbedarf.

Es werden verschiedene Finanzierungsmodelle gegenübergestellt und bzgl. der sich ergebenden Jahresgesamtkosten bewertet.

Folgende Varianten werden betrachtet:

Variante 1: Die Stadt Cochem finanziert die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlagen und der Sanitäranlagen selbst und betreibt die Anlagen in Eigenregie. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse werden 100 % HHS aus dem Wald eingesetzt.

Variante 2: Die Stadt Cochem finanziert die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlagen und der Sanitäranlagen selbst und betreibt die Anlagen in Eigenregie. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse werden 50 % HHS aus dem Wald eingesetzt.

Variante 3: Ein Contractor finanziert und betreibt die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlagen und der Sanitäranlagen. Für die Wärmelieferung zahlt die Stadt Cochem entsprechend dem zu vereinbarenden Contracting-Vertrag ein Entgelt. Auch die Dienstleistung für die Lüftungs- und Sanitäranlagen wird gemäß einem Contracting-Vertrag vergütet. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse werden 50 % HHS aus dem Wald eingesetzt.

In einer abschließenden Zusammenfassung werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt, sodass diese als Entscheidungshilfe zur optimalen Finanzierungsmöglichkeit beitragen.

2 Wärmebedarf des Moselbads Cochem

Für die Erneuerung der Lüftungsanlage schlug das Ingenieurbüro Rittgen aus Trier eine dreistufige Wärmerückgewinnung mit einem Doppel-Rekuperator und nachgeschalteter Wärmepumpe vor. Dadurch reduziert sich der Jahresgesamtwärmebedarf des Moselbads um ca. 604 MWh_{th}/a, sodass für die weiteren Betrachtungen ein Wärmebedarf von 2.095 MWh_{th}/a zu Grunde gelegt wird. Dies entspricht einer Energieeinsparung um ca. 20 %.

3 Energiebilanz der Wärmeversorgung mit der neuen Heizzentrale

Als Erneuerung der Wärmeversorgung wird ein Biomassekessel mit 600 kW_{th} als Grundlastkessel und ein Erdgaskessel mit 800 kW_{th} als Spitzenlast- und Reservekessel betrachtet.

Um für den Betrieb durch die Stadt Cochem die Wirtschaftlichkeit mit Verbrauchskosten berechnen zu können, wird eine Energiebilanz für die Heizzentrale aufgestellt. Es wird der durch die Erneuerung reduzierte Jahresgesamtwärmebedarf angesetzt.

	HHS+ Heizöl		HHS+ Erdgas	
Heizleistung Biomassekessel	600	kW_{th}	600	kW_{th}
Heizleistung Spitzenlastkessel	800	kW_{th}	800	kW_{th}
Gesamtwärmebedarf	1.200	kW_{th}	1.200	kW_{th}
Jahresgesamtwärmebedarf	2.095	MWh_{th}/a	2.095	MWh_{th}/a
Deckungsgrad Wärmeerzeugung Biomassekessel	90	%	90	%
Wärmeerzeugung Biomassekessel	1.890	MWh_{th}/a	1.890	MWh_{th}/a
Wärmeerzeugung Spitzenlastkessel	205	MWh_{th}/a	205	MWh_{th}/a
Jahresnutzungsgrad Biomassekessel	83	%	83	%
Jahresnutzungsgrad Spitzenlastkessel	89	%	89	%
Brennstoffbedarf Holzhackschnitzel	2.277	MWh_{Hu}/a	2.277	MWh_{Hu}/a
Brennstoffbedarf Spitzenlastkessel (Heizwert)	230	MWh_{Hu}/a	230	MWh_{Hu}/a
Brennstoffbedarf Spitzenlastkessel (Brennwert)		MWh_{Ho}/a	253	MWh_{Ho}/a
Brennstoffmenge Holzhackschnitzel	3.044	Sm^3/a	3.044	Sm^3/a
Brennstoffmenge Spitzenlast	22.965	l/a	23.460	m^3/a

Tabelle 3-1 Energiebilanz der Heizzentrale

Das Brennstofflagervolumen für Holzhackschnitzel sollte nicht größer als für einen 5..8 tägigen Volllastbetrieb dimensioniert werden. Mit einem Füllfaktor von 70 % ergibt sich ein maximal benötigtes Lagervolumen von 140..230 m³.

4 Energiebilanz der neuen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Für die neue Lüftungsanlage in der Schwimmhalle wurde eine dreistufige Wärmerückgewinnung mit einem Doppel-Rekuperator und nachgeschalteter Wärmepumpe vorgeschlagen.

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden als Verbrauchskosten nur die Stromkosten für die Wärmepumpe herangezogen, da zwischen dem Stromverbrauch der vorhandenen und neuen Lüfter nur ein geringer Unterschied durch eine höhere Effizienz besteht. Anhand der Anlagenkennwerte aus der Aufstellung des Ingenieurbüros Rittgen berechnet sich der Strombedarf der Wärmepumpe wie folgt.

Stromaufnahme Kompressor:	10 kW_{el}
Laufzeit Kompressor:	7.274 h/a
Strombedarf Kompressor:	72.740 kWh_{el}/a

5 Wirtschaftlichkeit

In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Jahreskosten der Varianten anhand von Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 berechnet. Der Wärmepreis ergibt sich als Quotient aus Jahreskosten und dem Jahreswärmebedarf.

Rahmenbedingungen

Bestimmung kapitalgebundene Kosten:

Zinssatz (Stadt Cochem):	4,5 %
Zinssatz (Contracting):	6,5 %
Abschreibungsdauer Wärmeerzeugung:	20 Jahre
Abschreibungsdauer Lüftungsanlage, Sanitäranlage:	20 Jahre

Bestimmung verbrauchsgebundene Kosten:

spez. Erdgaspreis (Preisangebot EVM 19.05.04):	4,082 Ct/kWh$_{Ho}$ (inkl. MwSt.)
spez. Heizölpreis (Stand 7.10.04):	46,4 Ct/l (inkl. MwSt.)
spez. HHS-Preis (Forstamt Cochem 01.03.04):	15,2 €/Sm³ (inkl. 7 % MwSt.)
spez. HHS-Preis (HHS aus Industrierestholz):	9 €/Sm³ (inkl. 7 % MwSt.)
allgemeiner Strompreis:	10 Ct/kWh$_{el}$ (inkl. MwSt.)

Bestimmung betriebsgebundene Kosten:

Wartung, Instandhaltung Heizkessel:	2 % der Investition (Heizanlage)
Personalkosten:	35 €/h (inkl. MwSt.)

Für den IST-Zustand fallen Verbrauchskosten in Höhe von ca. 154.100 €/a und Betriebskosten in Höhe von ca. 15.500 €/a an. In der Summe sind dies jährliche Kosten (ohne Kapitalkosten) von ca. 169.600 €/a.

Bei einer Erneuerung der Heizölkessel würden sich Jahreskosten (inkl. Kapitalkosten) in Höhe von ca. 172.900 €/a ergeben.

Bei den bisher erstellten Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz eines Biomassekessels zur Verbrennung von Holzhackschnitzeln (HHS) eine deutlich Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung erreicht werden kann. Unter der Berücksichtigung der oben dargestellten Rahmenbedingungen ergeben sich Jahreskosten (inkl. Kapitalkosten, ohne Förderung) in Höhe von 128.300 €/a.

Förderung

Der Landkreis Cochem-Zell befindet sich im rheinland-pfälzischen Ziel 2-Übergangsgebiet. Nach dem LEADER+-Programm können Fördermittel bis zu 150.000 € für den Einsatz neuen Know-hows und neuer Technologie gewährt werden. Nach Auskunft des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau (MWVLW) des Landes Rheinland-Pfalz wurden bereits 10 HHS-Heizungen aus diesem Programm gefördert, so dass der innovative Ansatz von LEADER+ aus Sicht des MWVLW nicht mehr gegeben ist.

Das MWVLW verweist auf das Landesprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien in Frage. Die Zuwendung beträgt 75 € je kW$_{th}$ höchstens jedoch 50.000 €. Das Programm steht allerdings nur noch für Pilotprojekte zur Verfügung. Als Pilotprojekt würde zum Beispiel der Einsatz eines Abgaswärmetauschers zur Rauchgaskondensation zählen, was sich bei einem Hallenbad aufgrund niedriger Rücklauftemperaturen anbieten würde.

Alternativ gibt es auch von der Bundesregierung das Marktanreizprogramm zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Hier bestünde die Möglichkeit ein zinsgünstiges Darlehen von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) mit einem Teilschuldenerlass in Höhe von 60 € je kW_{th} höchstens jedoch 275.000 € zu erhalten. Allerdings wird ein Emissionsgrenzwert bei Nennlast von 50 mg/m³ für Staub gefordert. Antragsberechtigt sind seit dem 01.01.2004 auch Kommunen und kommunale Betriebe.

Für ein Contracting können die Betreiber ebenfalls einen Zuschuss vom MWVLW für ein Pilotprojekt oder einen Teilschulderlass bei der KfW-Bank beantragen.

Investitionen

Die Investitionskosten für die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlage und die Sanierung der Sanitäranlagen sind aus den Unterlagen des Ingenieurbüros Rittgen entnommen. In den beiden Tabellen sind diese inkl. MwSt. angegeben.

Biomassekessel + Heizölkessel inkl. Zubehör und Montage	466.000 €
Sanierung der gebäudeseitigen Anlagen	181.000 €
Gesamtinvestition	647.000 €

Tabelle 5-1 Investitionskosten Wärmeversorgung (Heizöl und HHS)

Biomassekessel + Erdgaskessel inkl. Zubehör und Montage	478.000 €
Sanierung der gebäudeseitigen Anlagen	181.000 €
Gesamtinvestition	659.000 €

Tabelle 5-2 Investitionskosten Wärmeversorgung (Erdgas und HHS)

Erneuerung Lüftungsanlage Schwimmhalle	343.000 €
Erneuerung Lüftungsanlage Umkleide + Dusche	231.000 €
Mängelbeseitigung der übrigen Lüftungsanlage	14.000 €
Sanierung Sanitäranlagen	109.000 €
Gesamtinvestition	697.000 €

Tabelle 5-3 Investitionskosten Lüftungsanlage + Sanitäranlagen

Durch den Einsatz eines Abgaswärmetauschers wird der Wirkungsgrad der Gesamtanlage um bis zu 25 % (Rechenwert 10 %) erhöht sowie die Staubemissionen deutlich verbessert. Der Grenzwert von 50 mg/m³ wird gesichert eingehalten. Die Investitionskosten können mit ca. 39.500 € angesetzt werden.

Biomassekessel + Heizölkessel inkl. Zubehör und Montage	466.000 €
Abgaswärmetauscher	39.500 €
Sanierung der gebäudeseitigen Anlagen	181.000 €
Gesamtinvestition	686.500 €

Tabelle 5-4 Investitionskosten Wärmeversorgung (Heizöl, HHS, Abgaswärmetauscher)

Wird ein Schlauchfilter zur Abgasreinigung eingesetzt, ergeben sich Investitionskosten in Höhe von ca. 26.000 €. Unter der Berücksichtigung der Bundesförderung ergeben sich dann die folgenden Finanzierungsvarianten.

Biomassekessel + Heizölkessel inkl. Zubehör und Montage	466.000 €
Schlauchfilter	26.000 €
Sanierung der gebäudeseitigen Anlagen	181.000 €
Gesamtinvestition	673.000 €

Tabelle 5-5 Investitionskosten Wärmeversorgung (Heizöl, HHS, Schlauchfilter)

Jahreskosten

In der folgenden Tabelle sind drei Finanzierungsmöglichkeiten dargestellt, wenn die Stadt selber investieren würde (Variante 1). Die Kosten sind inkl. MwSt. angegeben.

		Variante 1 Stadt Cochem keine Förderung 100% Wald-HHS	Variante 1b Stadt Cochem RLP 100% Wald-HHS	Variante 1c Stadt Cochem Bund 100% Wald-HHS
Wärme				
Investition inkl. MwSt.	€	647.000	686.500	673.000
Förderung	€	0	50.000	36.000
inkl. Förderung u. MwSt.	€	647.000	636.500	637.000
Zinssatz	%	4,5	4,5	4,5
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	49.760	52.792	51.722
inkl. Förderung u. MwSt.	€/a		48.949	48.955
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	61.734	57.104	61.734
Betriebskosten inkl. MwSt.	€/a	15.626	15.626	15.626
Jahreskosten inkl. MwSt.	**€/a**	**127.121**	**125.523**	**129.083**
inkl. Förderung u. MwSt.	**€/a**		**121.679**	**126.315**

Tabelle 5-6 Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung (100 % Wald-HHS)

Um die Jahreskosten auf das Niveau wie mit LEADER+-Förderung zu reduzieren, könnten die Verbrauchskosten durch die Vorgabe, dass mindestens 50 % des eingesetzten Holzes aus dem Wald (Wald-HHS) stammen sollen, entsprechend reduziert werden.

		Variante 2 Stadt Cochem keine Förderung 50% Wald-HHS	Variante 2b Stadt Cochem RLP 50% Wald-HHS	Variante 2c Stadt Cochem Bund 50% Wald-HHS
Wärme				
Investition inkl. MwSt.	€	647.000	686.500	673.000
Förderung	€	0	50.000	36.000
inkl. Förderung u. MwSt.	€	497.000	636.500	637.000
Zinssatz	%	4,5	4,5	4,5
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	49.760	52.792	51.722
inkl. Förderung u. MwSt.	€/a		48.949	48.955
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	52.286	48.602	52.286
Betriebskosten inkl. MwSt.	€/a	15.626	15.626	15.626
Jahreskosten inkl. MwSt.	**€/a**	**117.673**	**117.020**	**119.635**
inkl. Förderung u. MwSt.	**€/a**		**113.177**	**116.867**

Tabelle 5-7 Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung (50 % Wald-HHS)

Als Zwischenergebnis ist festzuhalten, dass der Einsatz eines Abgaswärmetauschers zu favorisieren ist, da bei fast gleichen Jahreskosten noch zusätzlich Wärme genutzt wird. Dies führt zu einer effizienteren Ausnutzung des Brennstoffes.

Als Brennstoff sollten mindestens 50 % Wald-HHS eingesetzt werden. Wird hingegen nur Industrierestholz verwendet, können ca. 5.000 bis 8.000 €/a eingespart werden.

In den nachfolgenden Tabellen wird nun die Wirtschaftlichkeit betrachtet, wenn ein Contractor die HHS-Heizung betreibt

Wichtig: Die Rahmenbedingungen für ein Contracting beruhen auf Anfragen der TSB bei Contractoren. Es wurde ein Mittelwert der Angaben verschiedener Contractoren angesetzt.

	Angaben	**Mittelwert**
Investitionen (Wärmeversorgung)	minus 10..15 %	minus 12,5 %
Zinssatz	5..8 %	6,5 %

Wärmeerzeugung		Variante 3 Contracting keine Förderung 50% Wald-HHS	Variante 3b Contracting RLP 50% Wald-HHS	Variante 3c Contracting Bund 50% Wald-HHS
Investition inkl. MwSt.	€	566.400	600.900	588.700
Förderung	€	0	50.000	36.000
inkl. Förderung u. MwSt.	€	566.400	550.900	552.700
Zinssatz	%	6,5	6,5	6,5
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	51.402	54.534	53.428
inkl. Förderung u. MwSt.	€/a		49.996	50.161
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	52.286	48.602	52.286
Betriebskosten inkl. MwSt.	€/a	14.461	14.461	14.461
Jahreskosten inkl. MwSt.	**€/a**	**118.149**	**117.596**	**120.175**
inkl. Förderung u. MwSt.	**€/a**		**113.058**	**116.908**

Tabelle 5-8 Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung (50 % Wald-HHS)

Nachfolgend ist die Wirtschaftlichkeit für die Sanierung der Lüftungs- und Sanitäranlagen in Eigenregie und im Contracting dargestellt:

	Angaben	**Mittelwert**
Investitionen (Lüftung + Sanitär)	minus 5..10 %	minus 7,5 %
Zinssatz	5..8 %	6,5 %

Lüftung und Sanitär		Variante 1 Stadt Cochem	Variante 2 Contracting
Investition inkl. MwSt.	€	697.000	645.000
Zinssatz	%	4,5	6,5
Kapitalkosten inkl. MwSt.	€/a	53.595	58.526
Verbrauchskosten inkl. MwSt.	€/a	7.274	7.274
Jahreskosten Lüftung + Sanitär	**€/a**	**60.869**	**65.800**

Tabelle 5-9 Wirtschaftlichkeit Lüftungsanlage + Sanitäranlagen

Mit den in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Angaben ergeben sich für die Sanierung der Lüftungs- und Sanitäranlagen durch die Stadt Cochem die niedrigsten Jahreskosten mit 60.869 €/a. Damit das Contracting auf die gleichen Jahreskosten kommt müssten bei den Investitionen eine Einsparung um 15,3 % erreicht werden.

Gesamt		Variante 1b Stadt Cochem RLP 100% Wald-HHS	Variante 2b Stadt Cochem RLP 50% Wald-HHS	Variante 3b Contracting RLP 50% Wald-HHS
Wärmeerzeugung				
Investition inkl. Förd. u. MwSt.	€	636.500	636.500	550.900
Jahreskosten Wärmeerzeugung inkl. Förderung u. MwSt.	€/a	121.679	113.177	113.058
Lüftung und Sanitär				
Investition inkl. MwSt.	€	697.000	645.000	645.000
Jahreskosten Lüftung + Sanitär inkl. MwSt.	€/a	60.869	60.869	65.800
Jahreskosten Gesamt inkl. Förderung u. MwSt.	**€/a**	**182.548**	**174.046**	**178.858**

Mit den in den Rahmenbedingungen zu Grunde gelegten Angaben ergeben sich für Gesamtfinanzierung der Maßnahmen durch die Stadt Cochem die niedrigsten Jahreskosten.

6 Zusammenfassung

Für das Moselbad Cochem wurde eine optimale Finanzierungsmöglichkeit für die Erneuerung der Wärmeversorgungsanlagen, der Lüftungsanlage und die Sanierung der Sanitäranlagen untersucht.

Der Eigenbetrieb dieser Anlagen durch die Stadt Cochem wurde verschiedenen Contractingmodellen gegenübergestellt. Folgende drei Varianten wurden verglichen.

Variante 1: Die Stadt Cochem finanziert die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlage und der Sanitäranlagen und betreibt die Anlagen. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse werden 100 % HHS aus dem Wald eingesetzt.

Variante 2: Die Stadt Cochem finanziert die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlage und der Sanitäranlagen und betreibt die Anlagen. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse werden 50 % HHS aus dem Wald eingesetzt.

Variante 3: Ein Contractor finanziert und betreibt die Erneuerung der Wärmeversorgung, der Lüftungsanlagen und der Sanitäranlagen. Für die Wärmelieferung zahlt die Stadt Cochem entsprechend dem zu vereinbarenden Contracting-Vertrag ein Entgelt. Auch die Dienstleistung für die Lüftungs- und Sanitäranlagen wird gemäß einem Contracting-Vertrag vergütet. Für die Wärmeerzeugung aus Biomasse werden 50 % HHS aus dem Wald eingesetzt.

Die niedrigsten Jahreskosten erzielt das Finanzierungsmodell mit der Gesamtfinanzierung durch die Stadt Cochem. Erst wenn auch bei der Sanierung der Lüftungs- und Sanitäranlagen im Contracting eine Einsparung bei den Investitionen von größer 15 % erzielt werden, kommt die Contracting-Variante auf günstigere Jahreskosten.

Beim Vergleich der Wärmeerzeugung kann die Realisierung im Contracting durchaus auf günstigere Jahreskosten wie der Eigenbetrieb kommen.

Fazit:

Die Erneuerung der Wärmeerzeugung könnte als Contracting ausgeschrieben werden. Hierbei sollte ein Anteil von 50 % HHS aus dem Wald festgeschrieben werden. Die Sanierung der Lüftungs- und Sanitäranlagen sollte durch die Stadt direkt erfolgen.

Tabellenverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 Energiebilanz der Heizzentrale 4
Tabelle 5-1 Investitionskosten Wärmeversorgung (Heizöl und HHS) 7
Tabelle 5-2 Investitionskosten Wärmeversorgung (Erdgas und HHS) 7
Tabelle 5-3 Investitionskosten Lüftungsanlage + Sanitäranlagen 7
Tabelle 5-4 Investitionskosten Wärmeversorgung (Heizöl, HHS, Abgaswärmetauscher) 8
Tabelle 5-5 Investitionskosten Wärmeversorgung (Heizöl, HHS, Schlauchfilter) 8
Tabelle 5-6 Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung (100 % Wald-HHS) 9
Tabelle 5-7 Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung (50 % Wald-HHS) 10
Tabelle 5-8 Wirtschaftlichkeit Wärmeversorgung (50 % Wald-HHS) 11
Tabelle 5-9 Wirtschaftlichkeit Lüftungsanlage + Sanitäranlagen 12