

# Wärmeversorgung des Bauhofes der Stadt Rheine mit Holzhackschnitzeln



## Vergleich der Heizenergieträger

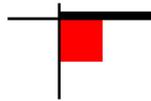
---

Projekt:

Bauhof Rheine  
Am Bauhof 2  
48431 Rheine

Betreiber :

Stadt Rheine  
Am Bauhof 2-16  
48431 Rheine



**Inhalt:**

- I. Objektbeschreibung / Zielsetzung**
- II. Brennstoffversorgung**
- III. Angaben zum Standort**
- IV. Fördermöglichkeiten**
- V. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
- VI. Umweltbilanz**
- VII. Schlussbetrachtung**

**Objektbeschreibung :**

Bei dem Objekt handelt es sich um den Bauhof der Stadt Rheine, der wiederum in mehrere Gebäude unterteilt ist. Zu den beheizten Gebäudeteilen gehört das Büro und Werkstattgebäude mit der zentralen Kesselanlage, die Fahrzeughallen welche über Luftheizer versorgt werden, sowie eine Gewächshausanlage mit eigenständiger Zentralheizung.

Die Primärenergieversorgung erfolgt zur Zeit über Erdgas aus dem städtischen Netz.

Die derzeitige Versorgungssituation lässt sich anhand der nachfolgenden Tabelle in wesentlichen Grunddaten darstellen:

		Hauptgebäude	Fahrzeughalle	Gewächshaus	Summen
Grundfläche	m <sup>2</sup>	1.802,22	1.310,83	617,20	3.730,26
Inst. Kesselleistung	kW	488,00	100,00	218,00	806,00
Jahresverbrauch Gas	m <sup>3</sup>				51.997,20
Jahresverbrauch	kWh/a				556.370,00
Vollbenutzungsstunden	h/a				690,29
Gasbezugskosten	€/kWh				0,0451
Jahres-Heizkosten	€/a				25.092,29
Stromkosten für Heizbetrieb	€/a				1.080,00
Energiekosten Heizung	€/a				26.172,29

Nicht berücksichtigt sind Instandhaltungs- und Wartungskosten. Bei den Stromkosten für den Heizbetrieb handelt es sich um Schätzkosten, da keine explizite Erfassung der Verbraucher erfolgt.

Bereits anhand der Vollbenutzungsstunden, kann schon abgeleitet werden, dass die installierte Gesamtleistung der Kesselanlagen deutlich zu hoch ist.

Derzeitiger Energieverbrauch :

Der Gasverbrauch wurde aus den Jahresdaten von 1984 und 1994 bis 2004 als Mittelwert berechnet :

1984	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
569,23	573,38	470,77	827,29	658,22	469,82	559,04	488,07	515,20	499,84	550,26	495,29

Mittelwert : 556,37MWh

Aktuelle Kostensituation für den Gaseinkauf :

Aufgrund der derzeitigen Preisentwicklung bei den fossilen Energieträgern lohnt sich eine Betrachtung von alternativen Möglichkeiten zur Wärmeversorgung der Gebäude. Die Preissteigerung (Bruttopreise effektiv) von 3,4972 ct/kWh auf 4,5146 ct/kWh (29 %) alleine in den letzten 12 Monaten verdeutlicht den gegenwärtigen Trend. Sicherlich ist dieser auch durch die Ölpreiskopplung mit einem Spekulationsaufschlag behaftet, zurückzuführen auf die derzeitige Verknappung auf dem Raffineriesektor, Umweltereignisse und wirtschaftliche Entwicklung bisheriger Schwellenländer. Grundsätzlich werden wir uns aber durch den weltweit stetig wachsenden Energiebedarf regional auf höhere Energiekosten langfristig einstellen müssen.

### **Zielsetzung :**

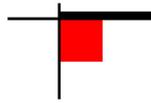
Aufgrund der besonderen Situation des Bauhofes bezüglich des anfallenden Altholzes und der Holzpotentiale aus den landschaftspflegerischen Maßnahmen, sowie der Forstwirtschaft ergeben sich Ansätze für die Untersuchung zur Umstellung der Wärmeversorgung auf ein zentral betriebenes Holzhackschnitzelheizwerk im Nahwärmeverbund.

Nachfolgend soll die technische Möglichkeit und Wirtschaftlichkeit einer Holzhackschnitzelanlage für die Wärmebereitstellung mit einer optionalen Sanierung der bestehenden Kesselanlagen verglichen werden. Hierzu waren zunächst diverse Grundvoraussetzungen zu erörtern, die über einen Fragenkatalog über die technischen Betriebe ermittelt wurden.

## **II. Brennstoffbedarf/-versorgung**

Bei der thermischen Verwertung von Holz variieren mehrere Parameter hinsichtlich der möglichen Energieausbeute. Dabei ist festzuhalten das weniger die Holzart, sondern eher der Feuchtegehalt bei der Bewertung des Wärmeinhaltes von Bedeutung sind.

Der übliche Heizwert des Holzes variiert zwischen 3,5 und 4,5 kWh/kg je nach Holzart und Restfeuchte und kann dabei theoretisch Werte von 5,2 kWh/kg erreichen (keine Restfeuchte).



Im Durchschnitt liegt bei 1 m<sup>3</sup> geschnetztem Holz (Schüttraummeter srm) mit einer Restfeuchte von 30 % der Wärmeinhalt bei ca. 770 kWh/srm.

Der Bedarf der Anlage an Brennmaterial kann aus den bisherigen Daten relativ exakt ermittelt werden. Der Mittelwert des Energiebedarfs liegt derzeit bei 556,37 MWh (556.370 kWh). Bei einem Heizwert von 3,5 kWh/kg und einem Wirkungsgrad der Anlage von 80 % ergibt sich daraus ein Brennstoffbedarf von ca. 900 srm.

Für die Versorgung einer Holzhackschnitzel-Feuerungsanlage bieten sich konkret mehrere Bezugsquellen an. Nach den bisherigen Erkenntnissen ist die dauerhafte Versorgung der Anlage mit geeignetem Brennstoff gesichert.

Die Nachfolgende Übersicht stellt die derzeitige Versorgungskapazität dar :

#### Waldholz

Waldfläche der Stadt Rheine	260 ha
jährlicher Zuwachs	6,0 m <sup>3</sup> /ha
nutzbares Holzvolumen	1.500 fm/a
als Energieholz verwertbar	1.000 fm/a
Bearbeitungsfaktor	2,7
Holzhackschnitzel	2.700,0 srm/a

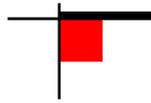
#### Holzmaterial aus dem Wertstoffhof

gesamt anfallende Holzmenge	960,0 t/a
davon therm. verwertbar	10-20 %
entsprechend	96-192 t/a
mittleres Raumgewicht	250,0 kg/srm
anfallende Holzhackschnitzel	384-768 srm/a

Die verfügbare Gesamtmenge an verwertbarem Brennstoffmaterial übersteigt damit deutlich die benötigte Jahresmenge von 900 srm/a für die Anlage.

Die Verwertung des Waldholzes aus den ohnehin schon anfallenden Durchforstungsarbeiten ist sehr sinnvoll, da der für die Aufbereitung kostenintensive Anteil ohnehin schon anfällt und nur Mehrkosten beim Transport zum Bauhof anfallen

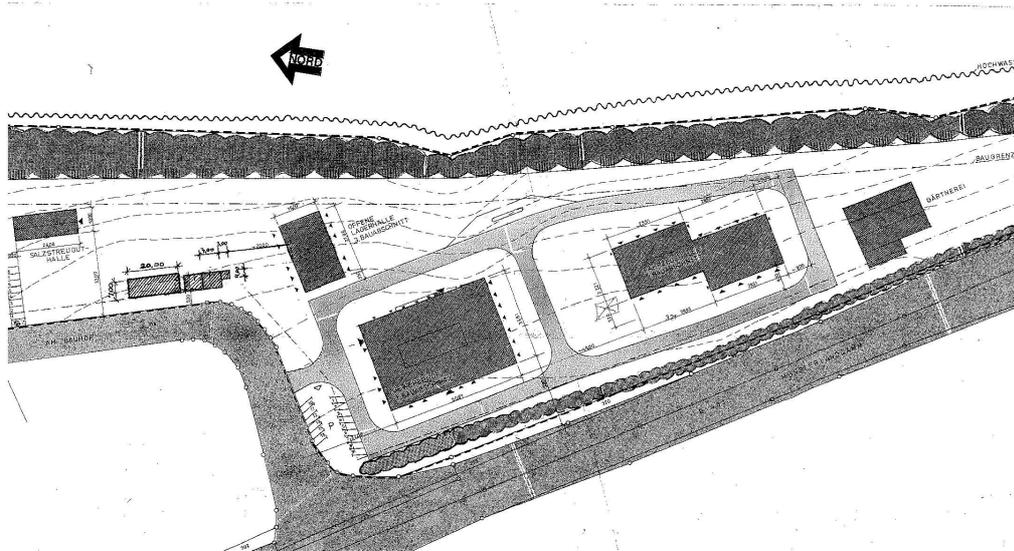
Die Verwertung der naturbelassenen Resthölzer aus dem Wertstoffhof erzielt zudem einen wirtschaftlichen Vorteil, da diese Hölzer z.Zt. zusammen mit restlichen Material für ca. 56,- € je Tonne entsorgt werden. Den Kostenvorteil zeigt die später folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.



### III. Angaben zum Standort der Anlage

Die Gebäude sind räumlich betrachtet hintereinander angeordnet und durch Verkehrs-, bzw. Grünflächen getrennt. Der Abstand zwischen Gewerbehof und Fahrzeughalle beträgt ca. 48 m und zwischen Fahrzeughalle und Gärtnerei ca. 28 m. Die Gesamtlänge zur Überbrückung der Gebäudeabschnitte beträgt ca. 136 m (Luftlinie).

Bild :



Die Holz-Hackschnitzel-Anlage kann als Zentrale zur Wärmeversorgung im Nahwärmeverbund unmittelbar an der Fahrzeughalle unterhalb der Teichanlage platziert werden. Anlieferung, Vorlagerung und hydraulische Einbindung in die bestehenden Systeme sind von diesem Standort sehr einfach zu lösen.

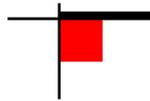
Für die Errichtung des Gebäudes ist eine Baugenehmigung erforderlich, die eigentliche Anlage ist nach geltender Verordnungslage genehmigungsfrei (u.a. ENEV 2002 und IV. BImSchVO).

### IV. Fördermöglichkeiten

Zur Zeit sind Anlagen die eine Verwertung von regenerativen Brennstoffen vorsehen generell förderungsfähig. Die Förderbereiche werden nach Bund und Ländern unterschieden:

Bund :

BAFA-Förderung  
KfW-Darlehen



Land :

HAFÖ 2002

REN-Programm

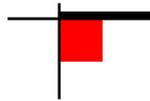
Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass eine Anlage kumuliert nur bis max. 40 % gefördert werden kann und kein Rechtsanspruch auf Fördermittel besteht. Da die Programme zum Teil jährlich angepasst und auslaufen werden ist eine zeitgerechte Antragsstellung für entsprechende Fördermittel von entscheidender Bedeutung.

## V. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die mögliche Umsetzung eines solchen Vorhabens ist eine differenzierte Betrachtung der Kosten für Investition, Betrieb und Wartung erforderlich und das im direkten Vergleich mit einer Sanierung der Anlagen unter Beibehaltung des Brennstoffes Gas. Ebenso sind die Wärmegestehungskosten und Preisentwicklungen der einzelnen Energieträger für eine langfristige Betrachtung und Bewertung von Bedeutung.

### Kosten einer Holzhackschnitzel-Anlage :

Brutto Investitionskosten				
<b>1</b>	<b>Holzesselanlage</b>			
1.1	Kesselanlage mit 400 kW komplett Endpreis	1,00	90.958,00	90.958,00 <b>90.958,00</b>
<b>2</b>	<b>Verteileranlage/Verrohrung Heizraum</b>			
2.1	Rohrleitung DN 100 mit Dämmung	30,00	62,00	1.860,00
2.2	Rohrleitung DN 80 mit Dämmung	120,00	52,00	6.240,00
2.3	Schieber DN 100	4,00	250,00	1.000,00
2.4	Schieber DN 80	10,00	230,00	2.300,00
2.5	RK-Klappe DN 100	1,00	125,00	125,00
2.6	3-Weg Mischer DN 80	2,00	1.750,00	3.500,00
2.7	Schmutzfang DN 100	2,00	200,00	400,00
2.8	Bogen DN 100	12,00	7,11	85,32
2.9	Bogen DN 80	40,00	6,95	278,00
2.10	Flansch DN 100	12,00	91,00	1.092,00
2.11	Flansch DN 80	20,00	84,00	1.680,00
2.12	Strangregulierventil DN 80	0,00	960,00	0,00
2.13	WMZ DN 100	2,00	1.600,00	3.200,00
2.14	MAG	1,00	300,00	300,00
2.15	Vollhub-SAV	1,00	380,00	380,00
2.16	Entspannungstöpfe	3,00	90,00	270,00
2.17	Hydraulische Weiche	1,00	2.100,00	2.100,00
2.18	Rücklauftemperaturanhebung	1,00	350,00	350,00
2.19	Hauptpumpen-HK	2,00	1.200,00	2.400,00



2.20	Primärkreisumpen	1,00	1.200,00	1.200,00
2.21	HK-Verteiler-Block	1,00	2.500,00	2.500,00
2.22	Plattenwärmetauscher	1,00	4.500,00	4.500,00
2.23	Einbindung in die Anlagen	2,00	1.500,00	3.000,00
				<b>38.760,32</b>

**3 Nahwärmetrasse**

3.1	Stahlrohr DN 80 mit WD	450,00	70,00	31.500,00
3.2	Isolierschale	24,00	110,00	2.640,00
3.3	Stahlbogen DN 80 mit WD	24,00	220,00	5.280,00
3.4	Festpunkt DN 250	2,00	665,00	1.330,00
3.5	Schrumpfabstottung DN 250	75,00	47,00	3.525,00
				<b>44.275,00</b>

**4 Umbauter Raum**

4.1	Rohbau	1,00	27.000,00	27.000,00
4.2	Zimmermann	1,00	21.000,00	21.000,00
4.3	Klempner	1,00	2.000,00	2.000,00
4.4	Dachdecker	1,00	10.400,00	10.400,00
4.5	Toranlage	1,00	2.000,00	2.000,00
4.6	Statik	1,00	2.000,00	2.000,00
4.7	Prüfstatik	1,00	1.500,00	1.500,00
4.8	Gebühren/Ämter	1,00	1.000,00	1.000,00
4.9	Lageplan	1,00	750,00	750,00
4.10	Katastereinmessung	1,00	750,00	750,00
4.11	Architektenhonorar	enthalten		
				<b>68.400,00</b>

**5 MSR - Regeltechnik**

5.1	Feldgeräte	1,00	3.400,00	3.400,00
5.2	Schaltschrank	1,00	4.600,00	4.600,00
5.3	Automation	1,00	3.200,00	3.200,00
5.4	GLT + Software + Planung	1,00	6.000,00	6.000,00
5.5	Installation	1,00	3.500,00	3.500,00
				<b>20.700,00</b>

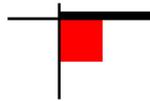
**6 Planungskosten**

	Ing.-Honorar	1,00	23.540,00	<b>23.540,00</b>
--	--------------	------	-----------	------------------

**Gesamtkosten**

1	Holzesselanlage			90.958,00
	Verteileranlage/Verrohrung			
2	Heizraum			38.760,32
3	Nahwärmetrasse			44.275,00
4	Umbauter Raum			68.400,00
5	MSR - Regeltechnik			20.700,00
6	Planungskosten			23.540,00

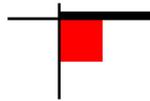
Anlagenkosten	EUR	netto	286.633,32
	EUR	MwSt. 16%	45.861,33
	EUR	brutto	332.494,65
Förderanteil nach HAFÖ 2.2.2.		35 %	116.373,13
Restanteil	EUR	effektiv	216.121,52
Investitionskosten ca.	EUR	brutto	<b>216.121,52</b>

**Kosten einer Sanierung der bestehenden Kesselanlagen :**

<b>Brutto Investitionskosten</b>			
<b>1</b>	<b>Gaskesselanlage Hauptgebäude</b>		
1.1	Demontage der Kesselanlagen	2,00	750,00
1.2	Gaskessel mit Zubehör 130 kW	2,00	12.500,00
1.3	Umwälzpumpen	2,00	650,00
1.4	Schieber DN 65	4,00	180,00
1.5	Stahlrohr und Formteile	1,00	1.500,00
1.6	Abgasrohr NW 200	6,00	45,00
1.7	Inbetriebnahme	1,00	650,00
			<b>30.940,00</b>
<b>2</b>	<b>Gaskesselanlage Gewächshaus</b>		
2.1	Demontage der Kesselanlagen	2,00	750,00
2.2	Gaskessel mit Zubehör 105 kW	2,00	11.500,00
2.3	Umwälzpumpen	2,00	650,00
2.4	Schieber DN 65	4,00	180,00
2.5	Stahlrohr und Formteile	1,00	1.500,00
2.6	Abgasrohr NW 180	6,00	38,00
2.7	Inbetriebnahme	1,00	650,00
			<b>28.898,00</b>
<b>3</b>	<b>MSR - Regeltechnik</b>		
3.1	Feldgeräte	1,00	3.400,00
3.2	Schaltschrank	1,00	4.600,00
3.3	Automation	1,00	3.200,00
3.4	GLT + Software + Planung	1,00	6.000,00
3.5	Installation	1,00	3.500,00
			<b>20.700,00</b>
<b>4</b>	<b>Planungskosten</b>		
4.1	Ing.-Honorar	1,00	12.240,00
			<b>12.240,00</b>
1	Gaskesselanlage Hauptgebäude	EUR	30.940,00
2	Gaskesselanlage Gewächshaus	EUR	28.898,00
3	MSR-Regeltechnik	EUR	20.700,00
4	Planungskosten	EUR	12.240,00
	Anlagenkosten	EUR netto	92.778,00
		EUR MwSt. 16 %	14.844,48
		EUR Gesamt	<b>107.622,48</b>

**Kosten einer Sanierung der bestehenden Kesselanlagen mit Nahwärme:**

<b>Brutto Investitionskosten</b>			
<b>1</b>	<b>Gaskesselanlage Hauptgebäude</b>		
1.1	Demontage der Kesselanlagen	2,00	750,00
1.2	Gaskessel mit Zubehör 130 kW	2,00	12.500,00
1.3	Umwälzpumpen	2,00	650,00
1.4	Schieber DN 65	4,00	180,00
1.5	Stahlrohr und Formteile	1,00	1.500,00
1.6	Abgasrohr NW 200	6,00	45,00
1.7	Inbetriebnahme	1,00	650,00
			<b>30.940,00</b>



<b>MSR - Regeltechnik</b>				
2	Feldgeräte	1,00	3.400,00	3.400,00
2.1	Schaltschrank	1,00	4.600,00	4.600,00
2.2	Automation	1,00	3.200,00	3.200,00
2.3	GLT + Software + Planung	1,00	6.000,00	6.000,00
2.4	Installation	1,00	3.500,00	3.500,00
2.5				<b>20.700,00</b>
<b>3 Nahwärmetrasse</b>				
3.1	Stahlrohr DN 80 mit WD	360,00	70,00	25.200,00
3.2	Isolierschale	20,00	110,00	2.200,00
3.3	Stahlbogen DN 80 mit WD	20,00	220,00	4.400,00
3.4	Festpunkt DN 250	2,00	665,00	1.330,00
3.5	Schrumpfabstottung DN 250	72,00	47,00	3.384,00
				<b>36.514,00</b>
<b>4 Planungskosten</b>				
4.1	Ing.-Honorar	1,00	13.135,00	<b>13.135,00</b>
1	Gaskesselanlage Hauptgebäude	EUR		30.940,00
2	MSR-Technik	EUR		20.700,00
3	Nahwärmetrasse	EUR		36.514,00
4	Planungskosten	EUR		13.135,00
Anlagenkosten				
		EUR	netto	101.289,00
		EUR	MwSt. 16 %	16.206,24
		EUR	Gesamt	<b><u>117.495,24</u></b>

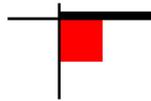
**Zusammenfassung der Kostenermittlungen :**

A	Kosten eines Holzhackschnitzel-Heizwerkes mit Förderung	216.121,52	EUR
B	Kosten eines Holzhackschnitzel-Heizwerkes ohne Förderung	332.494,65	EUR
C	Kosten einer Kesselsanierung Gebäude + Gewächshaus	107.622,48	EUR
D	Kosten einer Kesselsanierung mit Nahwärme	117.495,24	EUR

Die Auswertung zeigt, dass durch eine Sanierung der Kesselanlagen mit Umstellung auf ein Nahwärmenetz auf reiner Gasbasis Mehrkosten von ca. 10.000,- € entstehen. Bei Eigenleistung der Nahwärmetrasse verringert sich der Betrag entsprechend.

**Ermittlung der Wärmegestehungskosten :**

Für die Bestimmung der Wärmegestehungskosten sind diverse Parameter bedeutsam. Der Produktionsaufwand und logistische Anteil am Brennstoffpreis muss beim Holz ebenso Berücksichtigung finden, wie bei den anderen Energieträgern. Bei dem Vergleich mit Erdgas wird dieser Faktor, der ja auch im Gaspreis enthalten ist oftmals nicht gleichwertig berücksichtigt. Die Nachfolgenden Tabellen sollen den anteiligen Aufwand transparent machen.

**Transportkosten für Waldholz**

Entfernung	35,00	km
Fahrtzeit einfacher Weg	0,50	Std.
Beladezeit	1,00	Std.
Entladezeit	0,50	Std.
Transportvolumen Schubboden-Zug	80,00	srm
Transportkosten LKW-Zug	56,00	€/Std.
Gesamtstundenaufwand je Zug	2,50	Std./Zug
Transportkosten je kompl. Zug	140,00	€/Zug
Beladekosten Radlader	0,58	€/srm
<b>spez. Transportkosten</b>	<b>2,33</b>	<b>€/srm</b>

Bei der Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die ohnehin vorgenommenen Arbeiten der pflegerischen Maßnahmen als Kosten für die Kommune anfallen und somit keine effektive Mehrbelastung bei der Preisgestaltung darstellen.

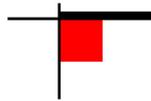
Holzackschnitzel-Anlage mit Versorgung aus städtischen Pflegemaßnahmen :

**BV - Bauhof Rheine - Umstellung auf Holzackschnitzelheizung**

statische Berechnungen zu den Wärmegestehungskosten

1	Anlagengröße		400,00	kW
2	Vollbenutzungsstunden		1.400,00	Std./a
3	Jahresenergiemenge	(1 x 2)	560.000,00	kWh/a
4	Wirkungsgrad des Kessels		0,80	
5	Brennwert		3,50	kWh/kg
6	Raumgewicht		220,00	kg/srm
7	Wärmeinhalt je srm	(5 x 6)	770,00	kWh/srm
8	Brennstoffkosten, netto		0,00	€/srm
9	Brutto-Erzeugungskosten EK		0,00	€/srm
10	Transportkosten für Anlieferung		2,33	€/srm
10a	spezifische Holz-Brennstoffkosten		<b>2,33</b>	€/srm
11	Jahresbrennstoffmenge	(3/4/7)	909,09	srm/a
12	Jahresbrennstoffkosten EV	(10a x 11)	2.118,18	€/a
13	Stromaufwand zum Betrieb		20.000,00	kWh/a
14	Strompreis		0,15	€/kWh
15	Stromjahreskosten		3.000,00	€/a
16	Wartungskosten-Instandhaltung		6.154,84	€/a
17	Gesamtjahreskosten		11.273,02	€/a
	Brennstoffkosten je kWh Holz	(17/3)	<b>0,02013</b>	€/kWh

Die Berechnung zeigt den deutlichen Unterschied der tatsächlich anfallenden Wärmegestehungskosten alleine schon zum Gasbezugspreis von derzeit 0,0451 €/kWh.



Besonders ist anzumerken, dass derzeit ca. 56,- € je Tonne Entsorgungskosten für Resthölzer des Wertstoffhofes anfallen, die zukünftig anteilig eingespart werden können, wenn dieses Holz der thermischen Verwertung zugeführt wird. Bei einem geschätzten Potential von ca. 800 srm/a, entsprechend 200 to, wären das ca. 11.200 € pro Jahr für die Entsorgung und zusätzlich die Einsparung der Gaskosten von ca. 21.500,- €/a, also zusammen 32.700,- €/a.

Bei der Betrachtung aus reiner Versorgung durch Resthölzer des Wertstoffhofes fallen allerdings dann die spezifischen Herstellungskosten des Brennmaterials wie folgt an :

### **Produktionskosten Hackschnitzel**

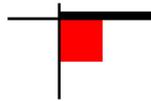
Fahrzeugstunde für Zuführung	€/Std.	56,00
Produktionsleistung	srn/Std.	80,00
<b>Fahrzeugkosten für Zuführung je srm</b>	<b>€/srm</b>	<b>0,70</b>
Betriebsstunde Brugg-Häcksler	€/Std.	240,00 inkl. Personal
Stillstandszeit je Container	Std./Con.	0,1666 10 Minuten
Durchschnittsproduktion	Con./Std.	2,50 (100 srm/Std.)
Stillstandskosten	€/Std.	99,96
Containerinhalt	srm	40,00
<b>Spezifische Häckslerkosten, netto</b>	<b>€/srm</b>	<b>2,40</b>
<b>Spezifische Häckslerkosten, brutto</b>	<b>€/srm</b>	<b>2,78</b>

Im Vergleich mit dem Transportmehraufwand von Waldholz fallen die Produktionskosten der Hackschnitzel aus Eigenmaterial nahezu gleich aus. Die Preisermittlung erfolgte aufgrund der Erfahrungen mit einem Häcksler des Fabrikates Brugg.

Maschinentechnische Unterschiede der einzelnen Fabrikate können zu leichten Abweichungen diesbezüglich führen.

### **Wartungskosten**

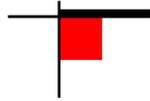
Der Anteil der Wartungskosten fällt bei Holzhackschnitzelanlagen aufgrund der höheren mechanischen Anteils effektiv höher aus als bei Öl- oder Gasfeuerungsanlagen.



## **Bauhof der Stadt Rheine - Neubau einer Holzhackschnitzelanlage**

### **Wartungskosten - Instandhaltung**

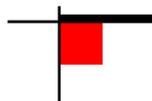
Brutto-Anlageninvestition :	332.500,00 EUR
Richtwert für Instandhaltung = 1 % (VDI)	3.325,00 EUR/a
Gegenrechnung :	
Kalkulierter Arbeitseinsatz	2,00 Std./Wo.
Jahreswochen	52,00
Jahreseinsatz	104,00 Std./a
Lohnkostenfaktor	27,21 EUR/Std.
Jahreslohnkosten	2.829,84 EUR/a
Einnahmen aus Wärmeliefervertrag :	0,00EUR/a
Kesselleistung	450,00 kW
Jahreslohnkosten	2.829,84 EUR/a
Jahresaufwand	<b><u>6.154,84 EUR/a</u></b>



**Vergleich der unterschiedlichen Energieträger für Raumheizung und WWB**

	Einheit	Gaskessel	Holzkessel Restholz	Holzkessel Waldholz	Holzkessel Waldholz
Förderungsmöglichkeit berücksichtigt			nein	ja	nein
Anlagenleistung in	kW	460,00	400,00	400,00	400,00
Brennstoffverbrauch (therm., elektr., etc.)	kWh/a	595.744,68	658.823,53	658.823,53	658.823,53
Brennstoffkosten	€/kWh	0,0451	0,0099	0,0091	0,0091
Heizwärme inkl. Wirkungsgrad	kWh/a	560.000,00	560.000,00	560.000,00	560.000,00
Wärmepreis = Brennstoffpreis + Wartung	€/kWh	0,0496	0,0209	0,0201	0,0201
Wärmekosten pro Jahr	€/a	29.554,89	13.743,06	13.242,35	13.242,35
zusätzl Stromverbrauch pro Jahr	€a	2.880,00	enthalten	enthalten	enthalten
Stromarbeitspreis (Mittelwert HT/NT)**	€/kWh	0,15	0,15	0,15	0,15
Stromarbeitskosten pro Jahr	€/a	432,00			
Betriebskosten pro Jahr	€/a	29.986,89	13.743,06	13.242,35	13.242,35
Einsparung der Altholzentsorgung	€/a		<u>11.248,00</u>		
Kostenaufwand effektiv	€/a	29.986,89	2.495,06	13.242,35	13.242,35
Investitionskosten:					
Kesselanlage/Aggregat	€	107.622,48	332.500,00	332.500,00	332.500,00
Schornstein	€	0,00	enth.	enth.	enth.
Spänebunker/Bevorratung	€	0,00	enth.	enth.	enth.
Gastrasse/Hausanschluss	€	0,00	0,00	0,00	0,00
Wärmetrasse	€	0,00	enth.	enth.	enth.
Investitionskosten	€	107.622,48	332.500,00	216.125,00	332.500,00
Kapitaldienst über 20 Jahre	€	37.060,00	114.497,00	74.422,00	114.497,00
Betriebskosten über 20 Jahre	€	599.737,87	49.901,18	264.847,06	264.847,06
Gesamtkosten über 20 Jahre	€	744.420,35	496.898,18	555.394,06	711.844,06
Spez. Jahreskosten, einschl. Abschreibung über 20 Jahre	€/a	<b>37.221,02</b>	<b>24.844,91</b>	27.769,70	35.592,20

Berechnungen ohne Preissteigerungen bei fossilen Brennstoffen

**Statische Amortisation der Investitionsmaßnahme :**

(Bei Investition mit Kreditmittelaufnahme zu 3%)

**BV - Bauhof Rheine - Umstellung auf Holzhackschnitzelheizung**

statische Berechnungen zur Amortisation - ohne Betrieb u. Wartung

		Modell 1		Modell 2
Brennstoffverbrauch				
Förderanteil		35%		0%
1 Anlagengröße		400,00	kW	400,00
2 Vollbenutzungsstunden		1.400,00	Std./a	1.400,00
3 Jahresenergiemenge	(1 x 2)	560.000,00	kWh/a	560.000,00
3a Gaspreis		4,51	ct/kWh	4,51
3b Jahreswärmekosten Gas		25.256,00	€/a	25.256,00
4 Wirkungsgrad des Kessels		0,80		0,80
5 Brennwert		3,50	kWh/kg	3,50
6 Raumgewicht		220,00	kg/srm	220,00
7 Wärmehalt je srm	(5 x 6)	770,00	kWh/srm	770,00
8 Brennstoffkosten, netto		0,00	€/srm	0,00
9 Brutto-Erzeugungskosten EK		0,00	€/srm	2,78
10 Transportkosten für Anlieferung		2,33	€/srm	0,00
10a spezifische Holz-Brennstoffkosten		<b>2,33</b>	€/srm	<b>2,78</b>
11 Jahresbrennstoffmenge	(3/4/7)	909,09	srm/a	909,09
12 Jahresbrennstoffkosten EV		0,00	€/a	2.527,27
13 Jahresbrennstofflieferpreis FV		25.256,00	€/a	25.256,00
13a Jahrestransportkosten	(10 x 11)	2.118,18	€/a	0,00
14 Nettoeinsparung		<b>23.137,82</b>	€/a	<b>22.728,73</b>
14a Kosteneinsparung Altholz			€/a	<b>11.248,00</b>
14b Gesamteinsparung			€/a	<b>33.976,73</b>
15 Brennstoffkosten je kWh Holz		<b>0,00378</b>	€/kWh	<b>0,00451</b>
16 Brennstoffkosten je kWh Gas		0,04510	€/kWh	0,04510
17 Jahresgewinn bei Eigenversorgung		<b>23.137,82</b>	€/a	<b>33.976,73</b>
18 Wartungskosten, ca.		6.154,84	€/a	6.154,84
19 Anlagenkosten bei Förderung HAFÖ, etc. ca.		216.121,00	€	332.500,00
19a Zinsaufwand über 10 Jahre		37.311,00		57.403,00
20 Amortisation ohne Wartung		<b>10,95</b>	<b>Jahre</b>	<b>11,48</b>

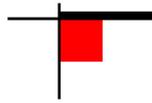
EV = Eigenversorgung

FV = Fremdversorgung

Modell 1 = mit HAFÖ-Förderung bei Waldholzverwertung

Modell 2 = ohne Förderung mit naturbelassenem Altholz

Der Vergleich zeigt deutlich, dass es kaum eine Rolle spielt, ob man eine geförderte Anlage mit Zweckbestimmung an Waldholz errichtet, oder komplett auf Fördermittel verzichtet und Altholzbestände verfeuert, die hierfür zugelassen sind. Sollte eine Kombination von BAFA-Fördermitteln und Altholzverwertung möglich sein, wäre theoretisch eine Amortisation in 6,5 Jahren möglich.



#### IV. Umwelteinfluss :

Die Umstellung der Wärmeversorgung auf einen Regenerativen Energieträger hat zudem deutlichen Einfluss auf die Ökobilanz. Bedingt durch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> während der Wachstumsphase, verläuft der thermische Umwandlungsprozess dementsprechend neutral und hat keinen negativen Einfluss auf das Umweltklima, wie z.B. die Verbrennung von fossilen Brennstoffen. In der Nachfolgenden Tabelle ist die CO<sub>2</sub> – Bilanz abzulesen:

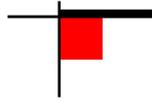
#### CO<sub>2</sub>-Bilanz

Beschreibung	Menge
Inst. Kesselleistung in KW	528,00
Gasverbrauch in kWh/a	547.000,00
Ölverbrauch in kWh/a	0,00
Ges.-verbrauch in kWh/a	547.000,00
Kesselleistung Holz in kW	350,00
Wärme aus Holz in kWh/a	547.000,00
Wärme aus Holz in %	95,00
Gas-CO <sub>2</sub> -Gehalt in kg/kWh	0,29
CO <sub>2</sub> -Einsparung Gas to/a	150,70
Gas-CO <sub>2</sub> -Gehalt in kg/kWh	0,31
CO <sub>2</sub> -Einsparung Öl to/a	0,00
CO <sub>2</sub> -Anteil Produktion %	5,00
CO <sub>2</sub> -Einsparung ges. to/a	<b>143,16</b>
Holzabsatz in srm, mind.	710,39

#### V. Schlussbetrachtung :

Eine Umstellung der Wärmeversorgung auf Nahwärme über ein Holzhackschnitzelheizwerk macht durchaus Sinn, besonders bei Betrachtung der derzeitigen Entsorgungskosten für Althölzer. Jedoch sollten die Förderbedingungen, mit den Auflagen zur Brennstoffverwertung korrelieren. Die Fördersituation wird in einem separaten Gutachten bewertet und ist nicht Bestandteil der Auswertung.

In den Kostenermittlungen sind sonstige Aufwendungen für laufende Instandsetzungsarbeiten (Schieber, Dichtungen, etc.) der Gesamtanlage noch nicht enthalten.



Dipl.-Ing. **C. PLUMMER**

Aufgestellt :

Greven, den 02.11.2005

Dipl.-Ing. C. Plummer



In Zusammenarbeit mit :

Dipl.-Ing. Thomas Busmann  
Stadt Rheine, zentrale Gebäudewirtschaft

Dipl.-Ing. Michael Wolters  
Stadt Rheine, Abfall- und Umweltberatung