



# Energiekonzept

## Wärmeverbund

### Nottuln Hummelbach

**1.8.2009**

- 2 -

Geschäftsführer	Handelsregister	Deutsche Bank 24 Münster	Klosterstraße 3	Telefon (02 51) 4 84 78 10
Diplom Volkswirt Carl Zeine	Nr. 3102	111 1285 (BLZ 400 700 24)	48143 Münster	Telefax (02 51) 4 84 78 40
IBAN:DE1940070024 0111128500	BIC:DEUTDB400	<a href="http://www.ages-gmbh.de">http://www.ages-gmbh.de</a>	E-Mail	<a href="mailto:carlzeine@ages-gmbh.de">carlzeine@ages-gmbh.de</a>

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><u>AUFTRAG</u></b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b><u>METHODIK</u></b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b><u>BESCHREIBUNG DES PLANGEBIETS HUMMELBACH</u></b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b><u>BASISDATEN</u></b>	<b>5</b>
4.1	Wärme- und Stromversorgung IST	5
4.1.1	Wärmeversorgung	5
4.1.2	Stromversorgung	5
4.2	Wärme- und Stromverbrauch IST	6
4.2.1	Wärmeverbrauch	6
4.2.2	Stromverbrauch	7
<b>5</b>	<b><u>VERSORGUNGSVARIANTEN</u></b>	<b>8</b>
5.1	Einzelversorgung Erdgas	8
5.1.1	Auslegung und Investitionen	8
5.1.2	Jahreskosten der Status-quo-Versorgung	8
5.2	Wärmeverbund	10
5.2.1	Heizzentrale	11
5.2.2	Wärmeverteilnetz und Hausanschlüsse	16
5.2.3	Zusammenfassung Auslegung und Investitionen der Nahwärmevarianten	18
5.2.4	Jahreskosten der zentralen Versorgung	19
5.2.5	Ergebnisübersicht der Verbundlösungen	20
5.3	Wirtschaftlichkeitsvergleich der Versorgungsvarianten	20
5.3.1	Annuitätsrechnung - Wärmegestehungskosten	20
5.3.2	Fördermittel	21
5.4	Emissionen	23
5.5	Stromverbund	25
<b>6</b>	<b><u>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE, HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN</u></b>	<b>27</b>

Projektbearbeitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine

## 1 Auftrag

Die Gemeinde Nottuln hat die Firma ages - Münster mit der Vorprüfung der Möglichkeiten und der Wirtschaftlichkeit einer Neugestaltung der Wärmeversorgung bei den öffentlichen Gebäuden im Bereich Hummelbach beauftragt. Hintergrund sind einerseits die deutlich gestiegenen Erdgaspreise, die in nächster Zeit erforderliche Erneuerung der Wärmeerzeuger bei einigen Kommunalbauten im Plangebiet und die von der Gemeinde Nottuln angestrebte Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Energieversorgung der Kommunalbauten.

Die Untersuchung hat das Ziel, Effizienzpotentiale bei der Wärmeversorgung zu erschließen und u.a. über die Verringerung des Einsatzes fossiler Energieträger eine Verringerung bei den Betriebskosten und eine Reduktion der Freisetzung von Klimagasen zu erzielen.

Unsere Leistungen in diesem Zusammenhang umfassen:

- Ermittlung des Wärmebedarfs im Plangebiet
- Prüfung eines Wärmeverbundes aus der BHKW- Heizzentrale des Hallen-/Freibades
- Prüfung der Anbindung weiterer Wärmeabnehmer (Jugendherberge, Neubaugebiet...)
- Auslegung und technisches Grobkonzept
- Ermittlung von Investitionskosten, Betriebskosten und Wirtschaftlichkeit (VDI 2067) für unterschiedliche Versorgungsvarianten:
  - Einzelversorgung IST als Referenzvariante
  - Heizzentrale mit Erdgas und Wärmeverteilnetz
  - Heizzentrale mit Erdgas-BHKW und Wärmeverteilnetz
  - Heizzentrale mit Biogas und Wärmeverteilnetz
  - Heizzentrale mit Holzhackschnitzelheizung und Wärmeverteilnetz
  - Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die unterschiedlichen Varianten.
- Umsetzung: Finanzierung, Organisation und vertragliche Bindungen  
Hinweise auf Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Über den Aufbau von Nah- und Fernwärmenetzen wird die Voraussetzung für die Nutzung von Abwärme sowie für den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) geschaffen und die Möglichkeit für den Einsatz neuer Technologien verbessert, da gegebenenfalls nur an einer Stelle und nicht bei einer Vielzahl von Einzelverbrauchern eine Erneuerung der Wärmeerzeuger erforderlich wird. Aufgrund erheblich höherer Investitionskosten für die Wärmeverteilung gegenüber z.B. einer Einzelversorgung mit Erdgas kommen dafür nur Gebiete mit höheren Wärmedichten bzw. dichterem Bepflanzung oder Neubaugebiete in Frage.

## 2 Methodik

In einem Wirtschaftlichkeitsvergleich wurden die Kosten der Wärmeversorgung für die folgenden Systeme ermittelt:

1. Dezentrale / konventionelle Beheizung mit den vorhandenen bzw. geplanten Einzel-Heizanlagen in den Gebäuden.
2. Zentrale Wärmeversorgung aus einer Heizzentrale mit unterschiedlichen Energieträgern. Über ein Nahwärmenetz werden die angeschlossenen umliegenden Verbraucher mit Wärme versorgt.

Die Auslegung der verbundenen Wärmeversorgung und der einzelnen Heizanlagen erfolgte auf Basis der vorliegenden Wärmeverbräuche der letzten 3 Jahre.

Der Kostenvergleich umfasst alle relevanten Kosten (Anlagenkosten, Finanzierung, Brennstoff, Wartung), wobei Anlagen- und Finanzierungskosten annuitätisch bestimmt wurden. Zuschüsse wurden in Variationsrechnungen berücksichtigt. Da die Förderlandschaft stark in Bewegung ist, sollten vor Projektbeginn die aktuellen Förderkonditionen geprüft werden.

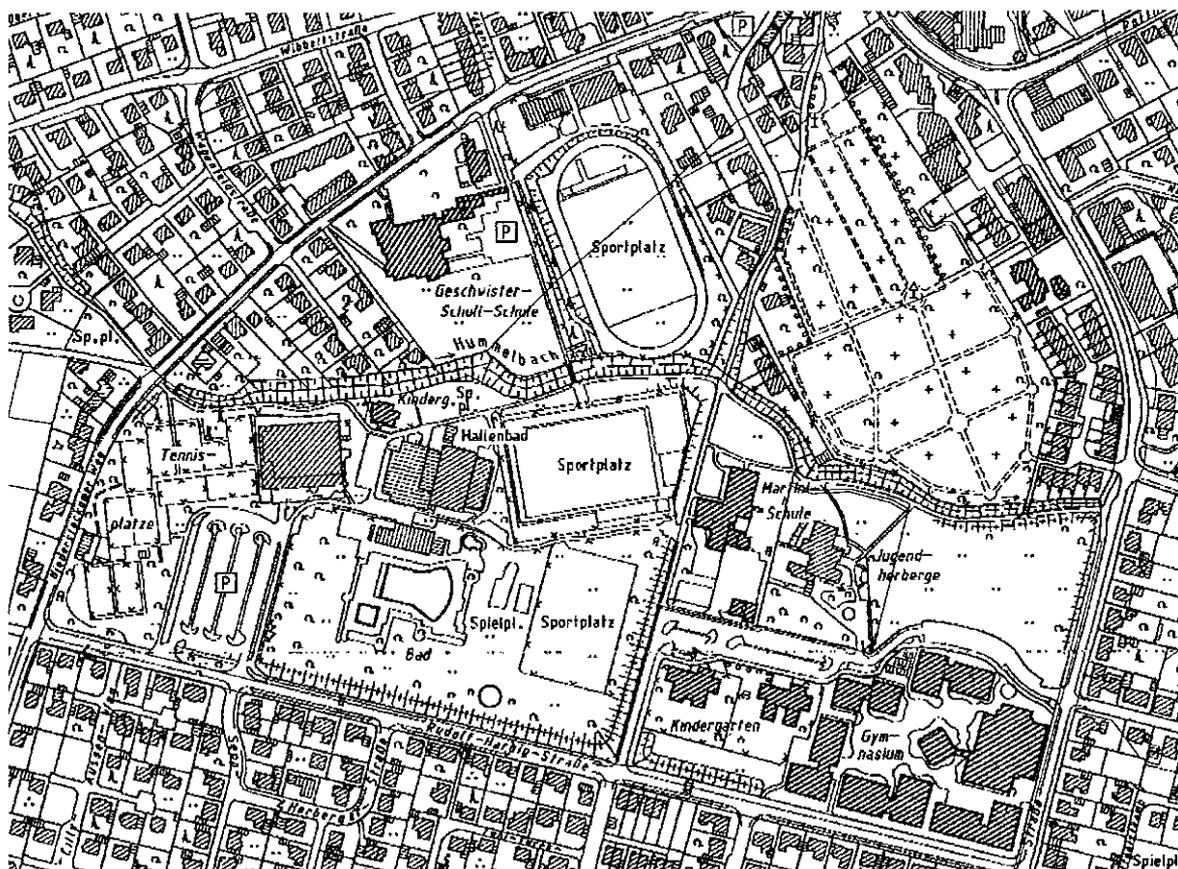
In der statischen Berechnung wurde mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 4,0% gerechnet und ansonsten von konstanten Preisen ausgegangen, die Mehrwertsteuer blieb unberücksichtigt.

Neben einer Untersuchung der Wirtschaftlichkeit wurde eine Bilanzierung der Emissionen der verschiedenen Versorgungsvarianten mit Hilfe des Programmpaketes GEMIS vorgenommen, wobei lokal und überregional anfallende Emissionen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Staub) über die gesamte Versorgungskette ausgewiesen werden.

### 3 Beschreibung des Plangebiets Hummelbach

Im Bereich Hummelbach zwischen Niederstockumer Weg, Rudolf-Harbig-Straße und Dülmener Straße befinden sich auf einer Fläche von 400\*600 m mehrere öffentliche Gebäude und Einrichtungen der Gemeinde Nottuln:

- Hallen-/Freibad Nottuln
- Turnhalle
- Geschwister-Scholl-Hauptschule
- St. Martinus Grundschule
- Gymnasium Nottuln



Weitere Wärmeverbraucher im Plangebiet sind der Sportpark, die Jugendherberge und zwei Kindergärten. Nördlich des Niederstockumer Wegs befindet sich ca. 250 m von der Geschwister-Scholl-Hauptschule entfernt die Astrid-Lindgren-Grundschule Nottuln. Südlich der Rudolf-Harbig-Straße liegt ein Wohngebiet mit ca. 500 EFH/ZFH und DHH aus den 70er und 80er Jahren.

Südlich anschließend an die bestehende Bebauung Carl-Diem-Ring/Coubertin-Straße ist ein neues Baugebiet ausgewiesen. Auf einer Fläche von ca. 52.000 m<sup>2</sup> Bruttobauland sollen nach Planungsstand vom 12.11.2008 81 Grundstücke vermarktet werden.

## 4 Basisdaten

Die meisten Gebäude im Untersuchungsgebiet sind in den 70er und 80er Jahren gebaut worden. Insofern liegen Verbrauchsdaten für Wärme und Strom aus mehreren Abrechnungsperioden vor. Über die Abrechnungen der Energieversorger und Aufzeichnungen des Gebäudemanagements liegen auch monatliche Verbrauchsdaten vor. Für die beiden Stromabnahmestellen mit registrierender Lastgangmessung sind 15-Minuten-Verbräuche über den Netzbetreiber verfügbar. Über ein im Hallen-/Freibad eingerichtetes Monitoring stehen kleinzeitliche Verbrauchsdaten der dort angeschlossenen Abnehmer zur Verfügung.

### 4.1 Wärme- und Stromversorgung IST

#### 4.1.1 Wärmeversorgung

Das Hallen-/Freibad verfügt über eine Heizzentrale aus dem Jahr 1996 mit einem Erdgasspitzenkessel und zwei BHKWs. Aus dieser Heizzentrale werden die benachbarte Sporthalle der Gemeinde und eine privat betriebene Sporthalle mit Wärme versorgt.

Energiekonzept Versorgungsgebiet Hummelbach							
Basisdaten	Wärmeerzeuger						
	Name	Hersteller	kWth	Baujahr	Abgasverluste	eta	kW elt
Hallen-/Freibad	Erdgaskessel		750	1996			
	BHKW 1	Communa Metall	110	1996			50
	BHKW 2	Communa Metall	110	2006			50
Hauptschule	Keller, Kessel 1-links	Viessman-Paromat Duplex	230	1986	7%	80,5	
	Keller, Kessel 3 -Mitte	Viessmann-Vitola					
	Nebengebäude	Buderus Lownox	27	1984	11%		
Grundschule	Keller-Kessel-rechts	Viessmann 1338025	116	1981	11%	81,3	
	Keller-Kessel-links	Viessmann 1338025	116	1981	12%	81,0	
	Pavillion Musikraum	Sieger HG 10 WA	24	1998	6%		
Gymnasium	Gym P1/2	Remeha 110-14	61	1992	10%		
	Gym P3	Remeha 110-	51	1992	9%		
	Gym P4+5	Remeha 110-	71	1992	9%		
	Gym P6+7	Remeha 110-	71	1992	10%		
	Gym P8+9	Remeha 110-	71	1992	10%		
	Gym MZH	Remeha OD 14 A-9	337	1993	6%		
Kindergruppe Kindergarten			24				
			24				
Jugendherberge	Kessel 1		215				
	Kessel 2		105				
			<b>2.512</b>				

Die anderen Liegenschaften sind mit erdgasgefeuerten Heizanlagen ausgestattet. Das Gymnasium besteht aus mehreren Gebäuden, für die es 6 separate Wärmeerzeuger gibt. Die Wärmeerzeuger in der Haupt- und Grundschule sind älter als 20 Jahre und müssen altersbedingt in der nächsten Zeit erneuert werden. Auch die Wärmeerzeuger im Gymnasium müssen altersbedingt in der nächsten Zeit erneuert werden.

#### 4.1.2 Stromversorgung

Das Hallen-/Freibad und das Gymnasium sind jeweils über eine kundeneigene 10 kV Trafostation mittelspannungsseitig angebunden. An die Stromversorgung des Hallen-/Freibades sind auch die beiden Sporthallen und das Flutlicht der Sportplätze angebunden. Über 2 BHKWs mit einer elektrischen Leistung von 2\*50 kW elt gibt es in der Heizzentrale des Hallen-/Freibades seit 1996 eine Eigenstromerzeugung.

Alle anderen Abnahmestellen im Untersuchungsgebiet sind auf der Niederspannungsebene angebunden.

## 4.2 Wärme- und Stromverbrauch IST

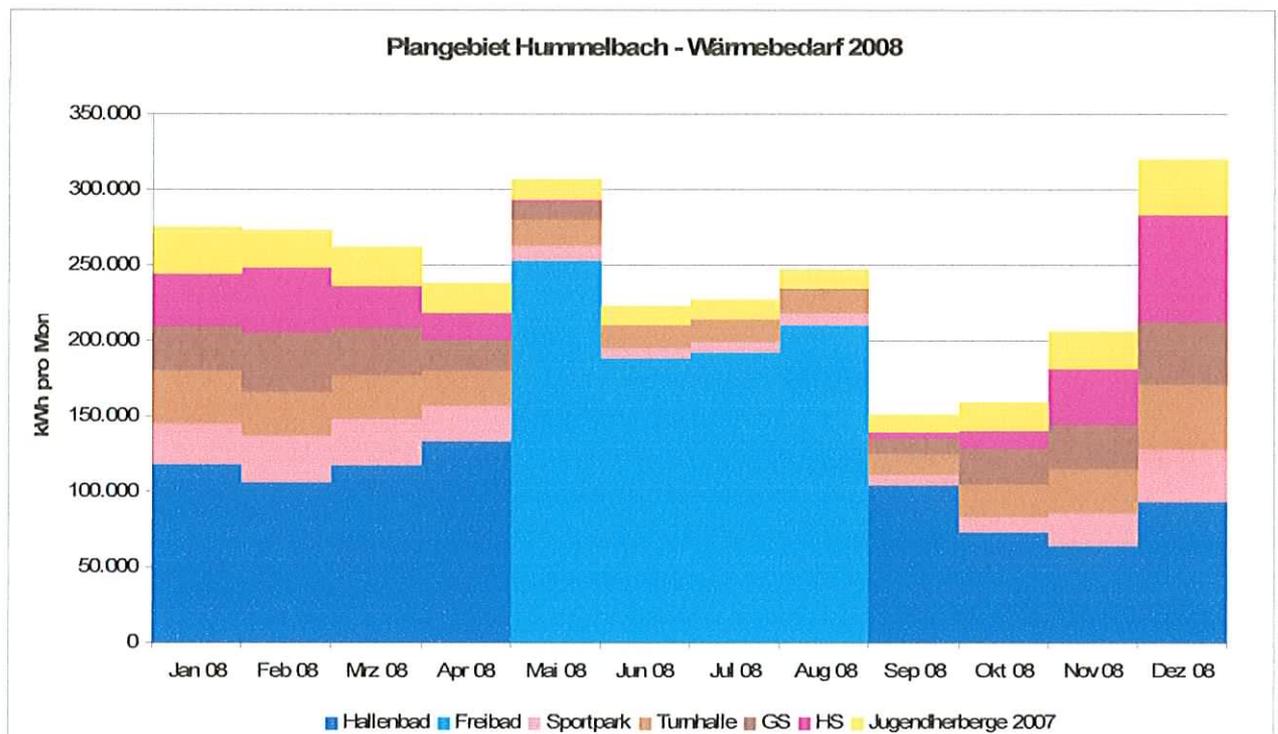
### 4.2.1 Wärmeverbrauch

Die mittlere witterungsbereinigte Erdgas- und Wärmeverbrauch der Liegenschaften im Untersuchungsgebiet lag von 2004 bis 2008 bei 4,588 Mio. kWh. Für die aus der Heizzentrale des Hallen-/Freibades versorgten Liegenschaften werden hier die teilweise per Wärmemengenzähler erfassten Wärmeverbräuche aufgeführt, ansonsten die Erdgasverbrauch in kWh Ho.

Der mittlere Nutzwärmebedarf lag bei 4,255 Mo. kWh.

Wärme bereinigt in kWh Hu /a	m <sup>2</sup>	2004	2005	2006	2007	2008	Mittel	eta	Nutzwärme
<b>GTZ</b>	<b>3.781</b>	<b>3.440</b>	<b>3.379</b>	<b>3.181</b>	<b>3.068</b>	<b>3.337</b>			
Martinus GS	2.851 kWh Hu	467.276	324.451	313.087	286.391	312.078	340.657	85%	289.558
Martinus GS-Pavillon	187 kWh Hu	21.943	24.816	23.724	17.305	21.385	21.835	85%	18.559
Hauptschule	4.670 kWh Hu	400.444	334.968	378.318	206.213	266.805	317.350	85%	269.747
Hauptschule-Nebengebäude	363 kWh Hu	35.272	51.804	47.642	37.678	38.535	42.186	85%	35.858
Gymnasium + MZH	9.541 kWh Hu	873.354	913.573	921.515	718.653	827.677	850.954	85%	723.311
Pav 1/2	1.252 kWh Hu	107.031	113.155	119.412	85.907	106.456	106.392	85%	90.433
Pav 3	854 kWh Hu	73.217	79.266	84.835	56.437	69.826	72.716	85%	61.809
Pav 4/5	1.273 kWh Hu	100.748	102.325	108.082	81.727	95.780	97.732	85%	83.073
Pav 6/7	1.593 kWh Hu	111.800	127.718	136.634	94.838	120.322	118.262	85%	100.523
Pav 8/9	1.358 kWh Hu	123.887	132.446	138.674	101.400	115.661	122.414	85%	104.052
MZH	1.944 kWh Hu	356.671	358.663	333.878	298.343	319.631	333.437	85%	283.422
Forum	1.268	0	0	0	0	0	0	85%	0
Sporthalle Rud.-Harbig-Str (BHKW)	1.611 kWh WMZ	241.551	255.510	248.506	220.777	321.450	257.559	100%	257.559
Hallenbäder (BHKW) Beckenfläche	200 kWh WMZ	816.900	816.900	1.414.440	1.414.440	808.403	1.054.217	100%	1.054.217
Freibäder (BHKW) Beckenfläche	1.800 kWh WMZ	822.300	822.300	1.257.282	1.257.282	843.380	1.000.509	100%	1.000.509
DLRG/ DRK-Heim (BHKW)	312 kWh WMZ	50.495	58.115	56.521	50.214		53.836	100%	53.836
Sportpark	kWh WMZ					250.292	250.292	85%	212.748
Jugendherberge	kWh Ho				399.110		399.110	85%	339.243
							4.588.503		4.255.146

Am Beispiel der monatlichen Wärmeverbräuche im Jahr 2008 lässt sich eine relativ gleichmäßige Verteilung des Wärmeverbrauchs erkennen.



Die ansonsten übliche Senkung des Wärmeverbrauchs in den Sommermonaten wird durch die Nachfrage im Freibad kompensiert.

## 4.2.2 Stromverbrauch

Der mittlere Strombedarf der kommunalen Liegenschaften in den Jahren 2004 bis 2007 umfasst auch die selbst genutzte Eigenstromerzeugung beim Hallen-/Freibad.

<b>Strom</b>		2004	2005	2006	2007		<b>Mittel</b>
Martinus GS	2.851	37.124	42.109	40.016	41.224		<b>40.118</b>
Martinus GS-Pavillon	187	0	0	0	0		<b>0</b>
Hauptschule	4.670	50.814	53.874	45.681	42.168		<b>47.490</b>
Hauptschule-Nebengebäude	363	0	0	0	0		<b>0</b>
Gymnasium + MZH	<b>9.541</b>	189.903	188.815	180.504	182.611		<b>182.530</b>
Sporthalle Rud.-Harbig-Str. (BHKW)	1.611	48.774	48.052	45.978	46.015		<b>47.205</b>
Hallenbad (BHKW) Beckenfäche	200	201.080	201.080	247.620	247.620		<b>224.350</b>
Freibad (BHKW)	1.800	152.670	152.670	140.905	140.905		<b>146.788</b>
DLRG/ DRK-Heim (BHKW)	312	10.196	10.929	10.457	10.466		<b>10.512</b>
							<b>516.462</b>

Der überwiegende Teil des Strombedarfs der an den BHKW-Stromverbund angeschlossenen Liegenschaften (428.000 kWh in 2008) wird durch die Eigenstromerzeugung der beiden 50 kW eld BHKW-Blöcke gedeckt. Nur 110.000 kWh wurden noch aus dem Netz bezogen.

Gleichwohl konnte nicht die gesamte Eigenstromerzeugung der beiden BHKWs innerhalb des Stromverbunds genutzt werden, weil der Strombedarf nicht zu allen Zeiten größer als die zeitgleiche Stromerzeugung war. Insofern wurden 2008 180.000 kWh in das Netz der RWE eingespeist.

In der Jahresbilanz ist die Rückspeisung geringer als der Strombezug der anderen Liegenschaften im Plangebiet mit 256.000 kWh.

## 5 Versorgungsvarianten

### 5.1 Einzelversorgung Erdgas

Als Referenzvariante wird die Beibehaltung der aktuell vorhandenen Wärme- und Stromversorgung angenommen. Es wird also untersucht, welche Ersatzinvestition, welche Kosten und Emissionen sich bei einem Austausch der alten Wärmeerzeuger durch neue Wärmeerzeuger auf Erdgasbasis ergeben. Die Leistung der Ersatzanlagen wird im Bedarfsfall auf der Grundlage der vorliegenden Wärmeverbräuche angepasst. Auch bei der Stromversorgung werden keine Änderungen vorgenommen.

Die Kostenansätze sind überschlägig geschätzt und beschränken sich auf den Wärmeerzeuger. Ein Ersatz der Verteilungen oder Regelungen wird nicht berücksichtigt, weil diese ggf. auch in den technischen Alternativlösungen zu erneuern sind. Die Kosten werden **ohne MWST** ausgewiesen.

#### 5.1.1 Auslegung und Investitionen

Energiekonzept Versorgungsgebiet Hummelbach					
Kosten Einzelversorgung					
ohne MWST					
	Name	Hersteller	kWth IST	kWth SOLL	Ersatz- investitionen Euro
Hallen-/Freibad	Erdgaskessel		750	750	77.000
	BHKW 1	Communa Metall	110		
	BHKW 2	Communa Metall	110		
Kindergruppe			24	24	4.400
Kindergarten			24	24	4.400
Jugendherberge				260	28.000
Hauptschule	Keller, Kessel 1-links	Viessman-Paromat Dup	230	212	23.157
	Nebengebäude	Buderus Lownox	27	28	4.812
Grundschule	Keller-Kessel-rechts	Viessmann 1338025	116	227	24.700
	Pavillion Musikraum	Sieger HG 10 WA	24	15	3.500
Gymnasium	Gym P1/2	Remeha 110-14	61	71	9.093
	Gym P3	Remeha 110-	51	48	6.848
	Gym P4+5	Remeha 110-	71	65	8.515
	Gym P6+7	Remeha 110-	71	79	9.884
	Gym P8+9	Remeha 110-	71	82	10.161
	Gym MZH	Remeha OD 14 A-9	337	222	24.229
			<b>2.192</b>	<b>2.107</b>	<b>238.699</b>

Für die Erneuerung aller Wärmeerzeuger im Plangebiet ergeben sich mithin Investitionskosten von insgesamt 238.699 Euro.

#### 5.1.2 Jahreskosten der Status-quo-Versorgung

Die laufenden Kosten zu heutigen Preisen (1. Quartal 2009) ergeben sich aus den Kapitalkosten, den Kosten für Wartung und Instandhaltung sowie den Brennstoffkosten.

Da die Erdgaspreise seit Mitte 2008 starken Schwankungen unterworfen waren, wird mit den Preisen ab dem 1.4.2009 gerechnet, die ein mittleres Preisniveau der letzten 18 Monate abbilden. Auf mittlere Sicht ist mit deutlich höheren Erdgaspreisen zu rechnen.

Energiekonzept Versorgungsgebiet Hummelbach										
Kosten Einzelversorgung										
ohne MWST					Zins	Instand.	90,0%	Jahresnutzungsgrad		
					4,0%	2,0%	4,6046	Hallenbad ab 1.4.2009		
					20	13,44	4,3000	BIG Plus ab 1.4.2009		
Energiekosten										
	kWth SOLL	Ersatz- investitionen Euro	Kapital- dienst Euro/a	Instand- haltung Euro/a	Leistung Euro/a	Arbeit Euro/a	gesamt Euro/a	Erdgas ct/kWh	Summe Euro/a	Summe ct/kWh
Hallen-/Freibad	750	77.000	5.666	1.540	0	72.602	72.602	5,67	79.808	6,24
						46.458	46.458	5,67	46.458	5,67
						46.458	46.458	5,67	46.458	5,67
Kindergruppe	24	4.400	324	88	323	1.621	1.943	6,35	2.355	7,70
Kindergarten	24	4.400	324	88	323	1.621	1.943	6,35	2.355	7,70
Jugendherberge	260	28.000	2.060	560	3.494	17.969	21.464	6,33	24.084	7,10
Hauptschule	212	23.157	1.704	463	2.843	14.288	17.132	6,35	19.299	7,15
	28	4.812	354	96	378	1.899	2.277	6,35	2.728	7,61
Grundschule	227	24.700	1.817	494	3.051	15.338	18.388	6,35	20.700	7,15
	15	3.500	258	70	202	983	1.185	6,38	1.512	8,15
Gymnasium	71	9.093	669	182	953	4.790	5.743	6,35	6.594	7,29
	48	6.848	504	137	652	3.274	3.925	6,35	4.566	7,39
	65	8.515	627	170	876	4.400	5.276	6,35	6.073	7,31
	79	9.884	727	198	1.060	5.325	6.384	6,35	7.309	7,27
	82	10.161	748	203	1.097	5.511	6.608	6,35	7.559	7,26
	222	24.229	1.783	485	2.988	15.012	18.000	6,35	20.267	7,15
	2.107	238.699	17.564	4.774	18.238	257.550	275.788	5,92	298.126	6,40

Für alle Objekte im Plangebiet ergeben sich Jahreskosten von 298.126 Euro. Davon entfallen 275.788 Euro auf die Brennstoffkosten (jeweils ohne MWST).

Beim Hallen-/Freibad wird der überwiegende Anteil der benötigten Wärme aus den beiden BHKWs geliefert. Durch die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom ist die Ermittlung der Wärmege-  
stehungskosten etwas komplizierter. Zunächst sind die Gesamtkosten für die Wärme- und Stromer-  
zeugung zu ermitteln. Davon werden dann die Gutschriften für die Eigenstromerzeugung abgezogen.  
Die Stromgutschriften ergeben sich aus dem verringerten Strombezug zu HT- und NT-Zeiten, einer  
etwaigen Leistungsgutschrift beim Strombezug und zusätzlich aus den Vergütungen für die in das  
Netz eingespeisten Strommengen, die nicht direkt beim Hallen-/Freibad genutzt werden.

Für das Jahr 2008 liegen die Betriebsdaten der BHKWs vor. Bei Ansatz der Strom- und Erdgaspreise  
zum 1.4.2009 ergibt sich ohne Kapitalkosten ein Wärmepreis von 4,28 ct./kWh, der deutlich unter den  
o.a. Wärmepreisen für den reinen Kesselbetrieb liegt.

Werden auch die kalkulatorischen Aufwendungen für Abschreibung und Finanzierung berücksichtigt,  
ergibt sich ein Wärmepreis von 5,15 ct./kWh für die BHKW Wärme.

Zu beachten ist hier, dass die Bewertung der Eigenstromerzeugung aufgrund der aktuellen Strombe-  
zugskonditionen mit durchschnittlich 10,92 ct./kWh relativ ungünstig ausfällt.

Bei den aktuellen Preisen für den Erdgas- und Strombezug und für die Einspeisevergütung ist der  
BHKW-Betrieb weiterhin wirtschaftlich.

Die Eingangsdaten der Rechnung und die Ergebnisse sind beispielhaft für ein BHKW-Modul in der  
folgenden Übersicht zusammengestellt.

BHKW Kalkulation		Preise alle ohne MWST !!!			
Sportzentrum Nottuln					
<b>Kosten</b> <span style="color: red;">reine Arbeitskostenbetrachtung !!!</span>					
<b>BHKW-Betrieb</b>					
- Betriebsstunden		7.581 h		1	
- Stromerzeugung		379.070 kWh_elt		50 kW_elt	
- Wärmearbeit		833.954 kWh_th		110 kW_th	
- Erdgasbezug		1.428.867 kWh Ho		188 kW Ho	
Brennstoffkosten Arbeit		57.935 Euro/Jahr	4,0546 ct./kWh Ho		Preis 1.4.2009 abzgl. EG St
Brennstoffkosten Leistung	0	0 Euro/Jahr	8,3051 ct./kWh Ho		Monatsleistung *12
<b>Brennstoffkosten Summe</b>		<b>57.935 Euro/Jahr</b>	<b>4,0546 ct./kWh Ho</b>		Durchschnitt
<b>Wartungskosten BHKW</b>		<b>9.392 Euro/Jahr</b>	<b>2,4776 ct./kWh</b>		
<b>Bruttokosten BHKW</b>		<b>67.327 Euro/Jahr</b>	<b>17,76 ct./kWh elt</b>		
			<b>8,07 ct./kWh th</b>		
<b>Erlöse</b>					
- Stromarbeit Eigennutzung		289.514 kWh_elt			
	90%	260.563 kWh_elt HT	8,0340 ct./kWh		20.934 Euro/Jahr
	10%	28.951 kWh_elt NT	6,7380 ct./kWh		1.951 Euro/Jahr
- Stromleistung	25%	150 kW +Monate	9,0240 Euro/kW Monat		1.354 Euro/Jahr
- Stromeinspeisung		89.556 kWh_elt	8,2470 ct./kWh		7.386 Euro/Jahr
- Leistungsgutschrift		0			0 Euro/Jahr
<b>Summe Stromgutschrift</b>					<b>31.624 Euro/Jahr</b>
- Erdgasminderbezug Spitzenkessel		981.122 kWh Ho	4,6046 ct./kWh		45.177 Euro/Jahr
			85%		
- Leistung	0	0 kWh Ho	8,3051 ct./kWh Ho		0 Euro/Jahr
<b>Gesamterlöse BHKW</b>					<b>76.800 Euro/Jahr</b>
<b>Überschuß</b>					<b>9.474 Euro/Jahr</b>
<b>Wärmepreis BHKW Wärme - nach Abzug der Stromgutschriften</b>					
					<b>35.703 Euro/Jahr</b>
					<b>4,28 ct./kWh th</b>

## 5.2 Wärmeverbund

Alternativ zur Erneuerung der dezentralen Wärmeerzeuger könnte auch eine Anbindung an die vorhandene oder eine neu zu errichtende Heizzentrale erfolgen.

Über die Einbindung der zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme zu Heizzwecken und für die Warmwasserbereitung in einer Heizzentrale erzeugt und über ein Wärmeverteilnetz in die einzelnen Objekte verteilt. Dort gibt es dann Wärmeübergabestationen.

Die Nachkalkulation der aktuellen Wärmepreise zeigt einen deutlichen Vorteil von knapp 1,78 ct./kWh für die Wärme aus der BHKW-Heizzentrale. Das ergibt pro Jahr einen Kostenvorteil von 35.000 Euro, wenn auch die anderen Objekte im Plangebiet von dort Wärme beziehen würden.

Ein weiterer Vorteil des Wärmeverbundes ist darin zu sehen, dass die maximale Wärmelast aller Liegenschaften zusammen geringer ist als die Summe der Einzellasten. So fällt der höchste Wärmeverbrauch beim Hallen-/Freibad in den Sommer, die Nutzungszeiten von Turnhallen und Schulen sind unterschiedlich (Abend-/Wochenendbetrieb). Statt 2.107 kW Einzellast werden beim Wärmeverbund nur 1.686 kW benötigt.

Nun reichen die Erzeugungskapazitäten der vorhandenen BHKWs nicht aus, um alle Objekte im Plangebiet mit günstiger Wärme zu versorgen. Es müssten insofern weitere BHKWs errichtet werden oder die Heizzentrale mit einem noch günstigeren Wärmeerzeuger ergänzt werden.

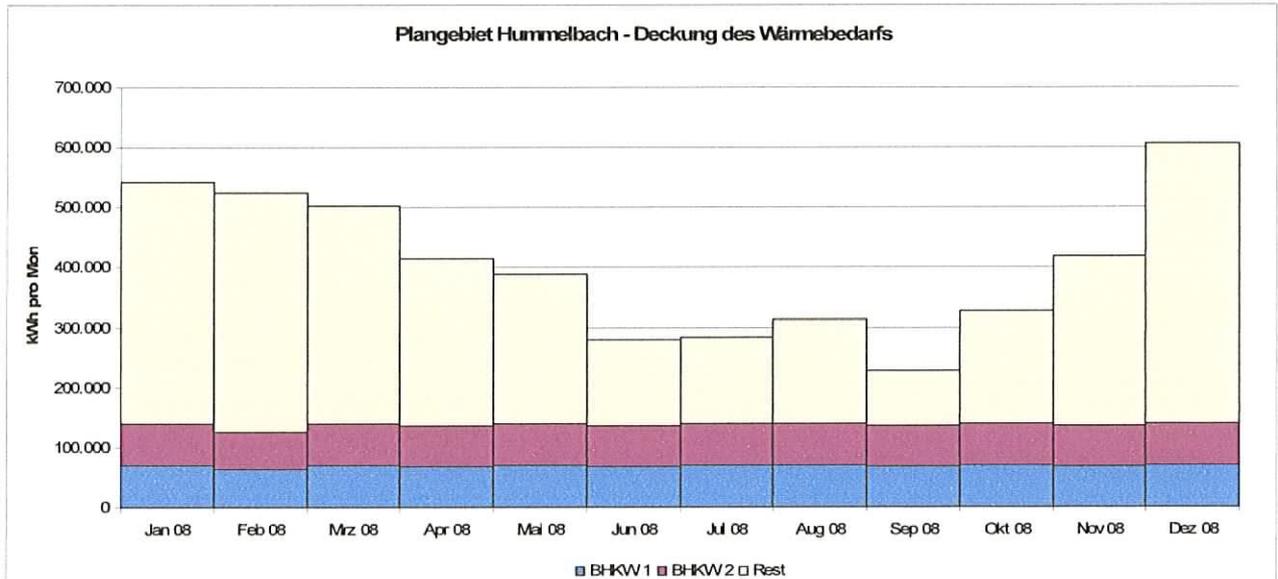
Im Rahmen dieser Voruntersuchung werden zunächst die Kosten eines Wärmeverteilnetzes und die Kosten der Wärmeverteilung ermittelt.

### 5.2.1 Heizzentrale

Bei einem Wärmebedarf von 2.107 kW für alle Gebäude ergibt sich unter Ansatz eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 80% und von Verlusten von 39 kW ein maximaler Wärmebedarf von 1.724 kW, der an der Einspeisestelle des Wärmeverteilnetzes zur Verfügung stehen muss.

Die vorhandene Heizzentrale beim Hallen-/Freibad bietet aufgrund von Umbauten am Lüftungssystem ausreichend Platz für die Errichtung weiterer BHKWs oder anderer Wärmeerzeuger.

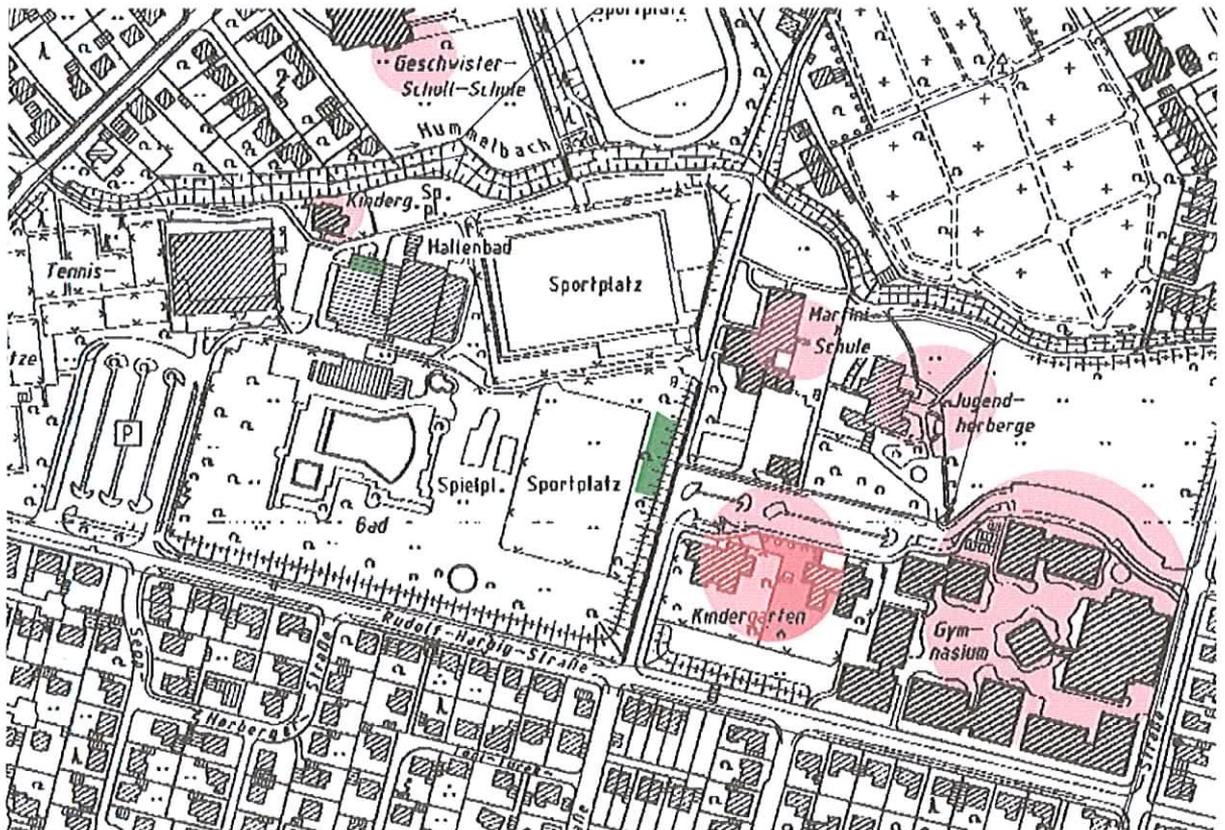
Da bei einer Anbindung aller Objekte im Plangebiet die Wärmeleistung um 600 bis 800 kW erhöht werden muss, erlaubt der hohe Wärmebedarf den wirtschaftlichen Einsatz von Holzhackschnitzeln als Brennstoff. Untersucht wurden reine Wärmeerzeuger, weil eine Verstromung von Holz in diesem Leistungsbereich nach aktuellem Stand der Technik noch nicht wirtschaftlich darstellbar ist.



Der Einsatz einer Holzfeuerung steht angesichts des deutlich höheren Wärmebedarfs nicht in grundsätzlichem Widerspruch mit dem Betrieb der vorhandenen beiden BHKWs. Selbst wenn die BHKWs weiterhin mit 85% der maximal möglichen Betriebszeit eingesetzt werden, müssen 2/3 der verbleibenden Wärme anderweitig gedeckt werden.

Bei einem mittleren Energiegehalt von 825 kWh pro Schüttraummeter Holzhackschnitzel ist ein Lagersvolumen von ca. 200 m<sup>3</sup> erforderlich, um die Brennstoffversorgung eines Hackschnitzelkessels von 800 kW über eine Woche Volllastbetrieb sicherzustellen. Da die Anlieferung mit LKWs oder Anhängern erfolgt, die bis zu 80 m<sup>3</sup> pro Fuhre anliefern, muss die Anlieferung über befestigte Wege erfolgen.

Aus diesen Gründen scheidet eine Heizzentrale auf der Basis Hackschnitzel am vorhandenen Standort aus. Wegen der guten Anlieferungsmöglichkeiten über eine befestigte Straße, der zentralen Lage zwischen den zum Anschluss vorgesehenen Objekten, dem Abstand zur vorhandenen Bebauung und wegen der Platzreserven wird als Standort für eine Heizzentrale auf der Basis Hackschnitzel der Randbereich des Sportplatzes an der St. Armond-Montond-Straße vorgesehen.



### 5.2.1.1 Heizzentrale mit Erdgaskesseln

Wie bereits oben gezeigt wurde, sind die Wärmepreise aus einem Erdgaskessel höher als bei Wärme aus einem BHKW. Einsparungen gegenüber der Einzelversorgung sind durch einen geringeren Investitionsbedarf zu erwarten, die aber durch Investitionskosten für das Verteilnetz und Verteilverluste kompensiert werden müssten.

### 5.2.1.2 Heizzentrale mit BHKW

Selbst wenn wärmeseitig weitere BHKWs betrieben werden könnten, macht der Einsatz wirtschaftlich nur Sinn, wenn die erzeugte Elektrizität entsprechend hoch vergütet wird. Bei 2 BHKW-Modulen mit einer elektrischen Leistung von 100 kW elt wird bereits jetzt mehr Strom erzeugt, als im vorhandenen Stromverbund abgenommen wird. Weitere BHKW-Module können wirtschaftlich nur betrieben werden, wenn die Einspeisevergütung erhöht wird oder wenn der Eigenverbrauch durch Erweiterung des Stromverbundes erhöht werden kann.

Eine erhöhte Einspeisevergütung kann beim Einsatz von Biomasse (Biogas oder Öl) als Brennstoff für das BHKW erreicht werden. Dieser Aspekt wird gesondert untersucht.

Eine höhere Eigennutzung ist nur durch Erweiterung des vorhandenen Stromverbundes möglich. Wird mit der Herstellung eines Wärmeverbundes auch ein Stromverbund zu den neuen kommunalen Abnahmestellen hergestellt, erhöht sich der jährliche Stromverbrauch im internen Netz um 250.000 kWh. Da aber im Jahr 2008 bereits 180.000 kWh eingespeist werden, besteht stromseitig kein weiteres Potential für den Ausbau der BHKW-Kapazität.

Der Einsatz von BHKWs in einem Teilnetz für die neuen Liegenschaften macht wenig Sinn, weil damit die Lastsynergien mit dem Hallen-/Freibad nicht mehr genutzt werden können und dadurch die für einen wirtschaftlichen BHKW-Betrieb erforderlichen Betriebsstunden nicht mehr erreicht werden.

Diese Variante wird deshalb nicht weiter verfolgt.

### 5.2.1.3 Heizzentrale mit Biogas

Im Vorfeld wurden Gespräche mit möglichen Lieferanten von Biogas für den Betrieb der BHKWs geführt. Die Verstromung von Biogas führt zu hohen Einspeisevergütungen, wenn zugleich die dabei entstehende Wärme genutzt werden kann.

Auf umsetzungsreife lokale Projekte oder kalkulierbare Bezugspreise für lokales Biogas konnte aber nicht zurückgegriffen werden. Sobald entsprechende Angebote mit langfristigen Liefergarantien vorliegen, sollte eine Prüfung erfolgen.

### 5.2.1.4 Holzfeuerung - Hackschnitzelkessel

Angesichts steigender Preise und teilweise unsicherer Versorgungslage bei Heizöl und Erdgas erlebte der Einsatz von Holz für Heizzwecke in den vergangenen Jahren einen regelrechten Boom. Mit Förderungen aus Landes- und Bundesmitteln sind eine Vielzahl von Heizanlagen mit Holz als Brennstoff entstanden. Mittlerweile liegen mehrjährige Erfahrungen vor und moderne, optimierte Anlagen und Systeme können von einer steigenden Anzahl von Anbietern bezogen werden. Inzwischen existiert auch ein Markt von Lieferanten für Holzpellets und Holzhackschnitzel, die in der Lage sind, die erforderliche Qualität mit Silowagen oder als Schüttgut anzuliefern.

Holzhackschnitzel sind ein relativ preisgünstiger Brennstoff, der mit Marktpreisen von 65 Euro pro t (Restfeuchte 35%) einem Ölpreis von 19,7 ct. pro Liter Heizöl entspricht (bei 3.300 kWh/t). Wir gehen für die weiteren Berechnungen von einem Verhältnis von 4 Schüttraummeter pro t Hackschnitzel aus. Der Schüttraummeter hat damit einen Energiegehalt von 825 kWh.

Holzhackschnitzel sind ein regionales Produkt, welches bei der Durchforstung und bei landschaftpflegerischen Maßnahmen anfällt. In der Baumbergeregion ist ein ausreichendes Potential vorhanden, um einen jährlichen Bedarf von ca. 4.500 m<sup>3</sup> decken zu können. Allein beim Bauhof der Gemeinde Nottuln fallen jährlich ca. 400 m<sup>3</sup> Grünschnitt und Durchforstungsrückstände an.

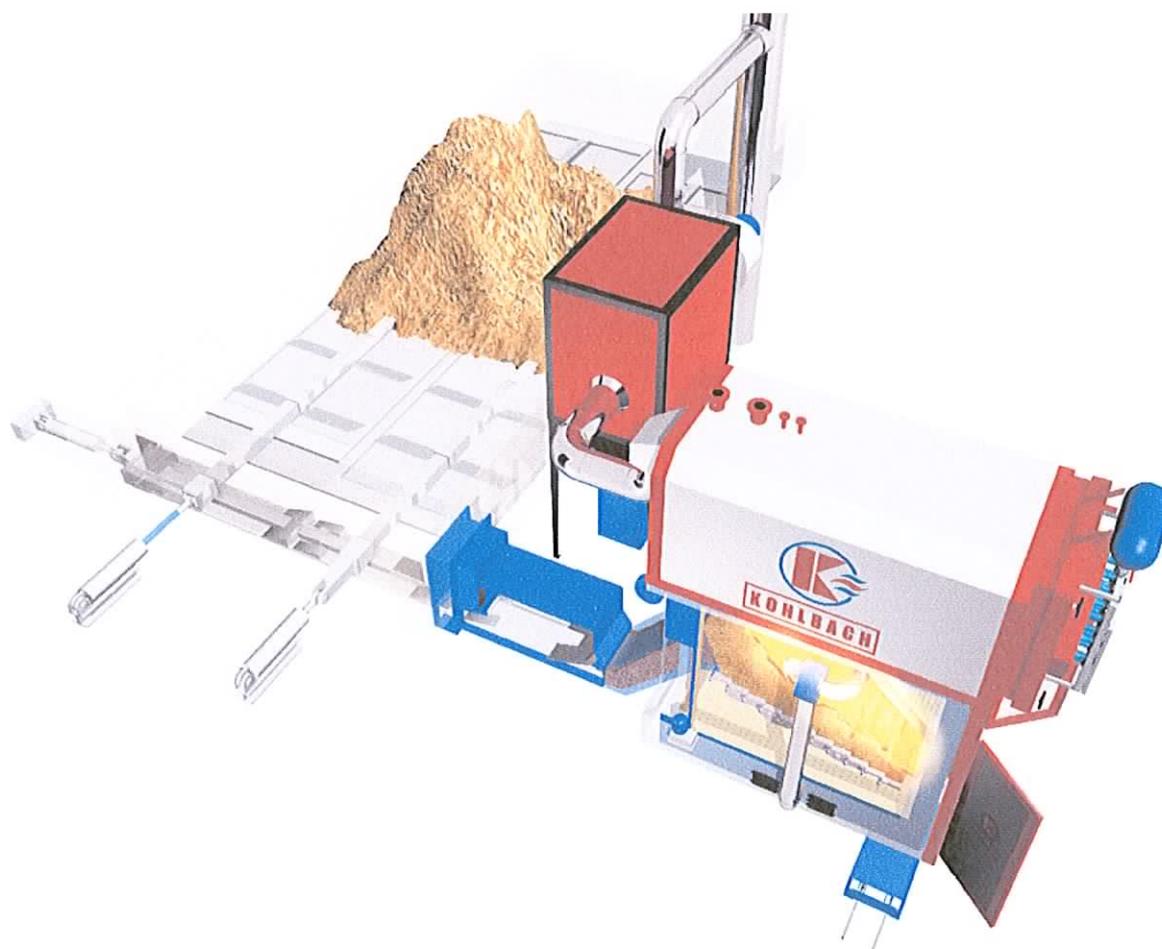
In Vorgesprächen wurde deutlich, dass der Aufbau einer Logistik für die dauerhafte Belieferung von Heizzentralen mit Hackschnitzeln durchaus im Interesse der Waldeigner ist, um so einen (krisen-)sicheren Absatzmarkt für bislang nicht oder nur schwer vermarktete Holzprodukte zu schaffen. Über vorhandene Einrichtungen wie z.B. den Betriebshilfsdienst Coesfeld könnte nicht nur eine dauerhafte Belieferung sichergestellt werden, sondern auch die Wartung der Heizzentrale erfolgen.

Wir gehen bei der Kesselleistung von 800 kW aus und haben die Wirtschaftlichkeitsberechnung und das technische Konzept mit einem Produkt gemacht, welches sich seit Jahren auch beim Einsatz schwieriger und feuchter Chargen bewährt hat.

Durch die Verbindung mit der vorhandenen Heizzentrale beim Hallenbad kann auf einen zusätzlichen Spitzenkessel verzichtet werden.

Die wichtigsten technischen Komponenten von Holzhackschnitzelheizungen sind der folgenden Übersicht zu entnehmen:

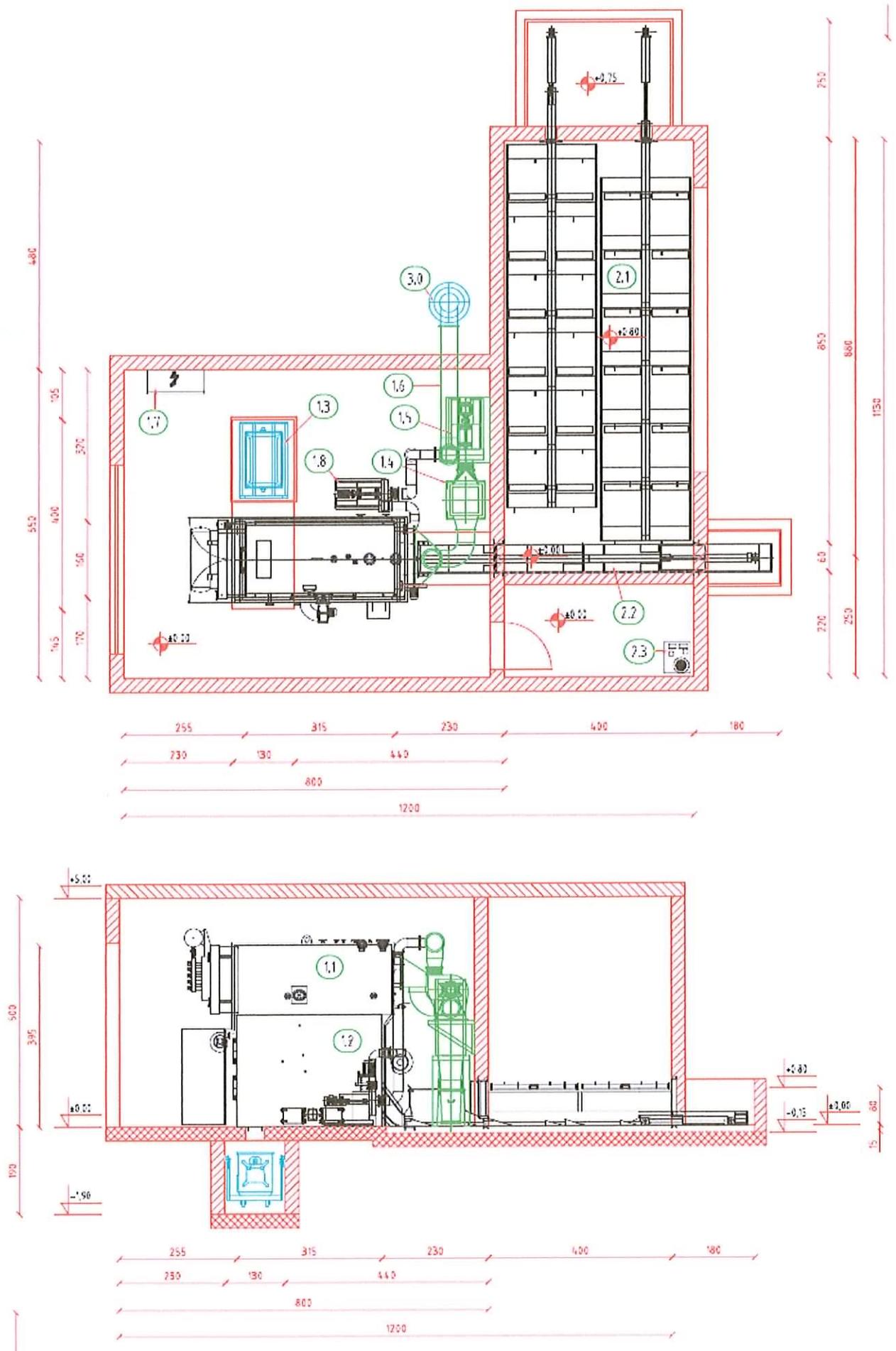
- Das Hackschnitzellager hat einen hydraulisch betätigten Schubboden.
- Durch die Bewegungen des Schubbodens werden die Hackschnitzel zu einer Fördereinrichtung hin bewegt, z.B. einem Kratzkettenförderer.
- Mit einer weiteren Fördereinrichtung werden die Hackschnitzel in den Feuerraum befördert.



Der Hackschnitzelbunker hat eine Länge von rund 10 m, einer Breite von 5 m und ist rund 5 m tief. Die Hydraulikeinrichtungen haben einen Platzbedarf von weiteren 2,5 m, so dass die Länge des unterirdischen Baukörpers rund 12,5 m beträgt. Der Bunker ist mit einem Silodeckel abgedeckt, der z.B. aus zwei Teilen besteht, die seitlich ineinander verschoben werden können. So kann jeweils eine Hälfte des Bunkers geöffnet und vom LKW befüllt werden.

Der Holzhackschnitzel-Kessel wird in einem anschließenden, neu zu errichtenden Gebäude untergebracht.

Holzlager und Heizzentrale können bei ins Erdreich abgesenkter Bauweise in die dort bestehende Wallanlage eingebunden werden, ohne dass es zu einer Flächenkonkurrenz mit dem Sportplatz kommen muss. Die Anlieferung erfolgt durch rückwärtiges Abkippen von oben in das Holzlager, welches mit einer beweglichen Abdeckung ausgestattet ist.



## 5.2.2 Wärmeverteilnetz und Hausanschlüsse

Die Wärmeverteilung kann im Plangebiet zu relativ niedrigen Kosten realisiert werden, weil die Verlegung überwiegend im Grünflächenbereich erfolgen kann. Dadurch fallen die Kosten für die Wiederherstellung der Oberflächen gering aus.

In den letzten Jahren sind die Werkstoff- und Verlegetechniken für Nahwärmeleitungen intensiv weiterentwickelt und verbessert worden. Heute verwendete flexible Kunststoffmediumrohre für kleinere Nennweiten kosten deutlich weniger als Fern-/Nahwärmeleitungen vor einigen Jahren, kompensationsfreie Verlegung macht teure Schachtbauwerke weitgehend überflüssig. Weitere Möglichkeiten zur Verringerung der Kosten bestehen in der Flachverlegung oder der Verlegung von Duoleitungen oder der Verlegung von Vor- und Rückleitung in schmalen Rohrgräben übereinander statt nebeneinander. und der Vorgabe, Verteilleitungen auch möglichst innerhalb von Gebäuden zu verlegen.

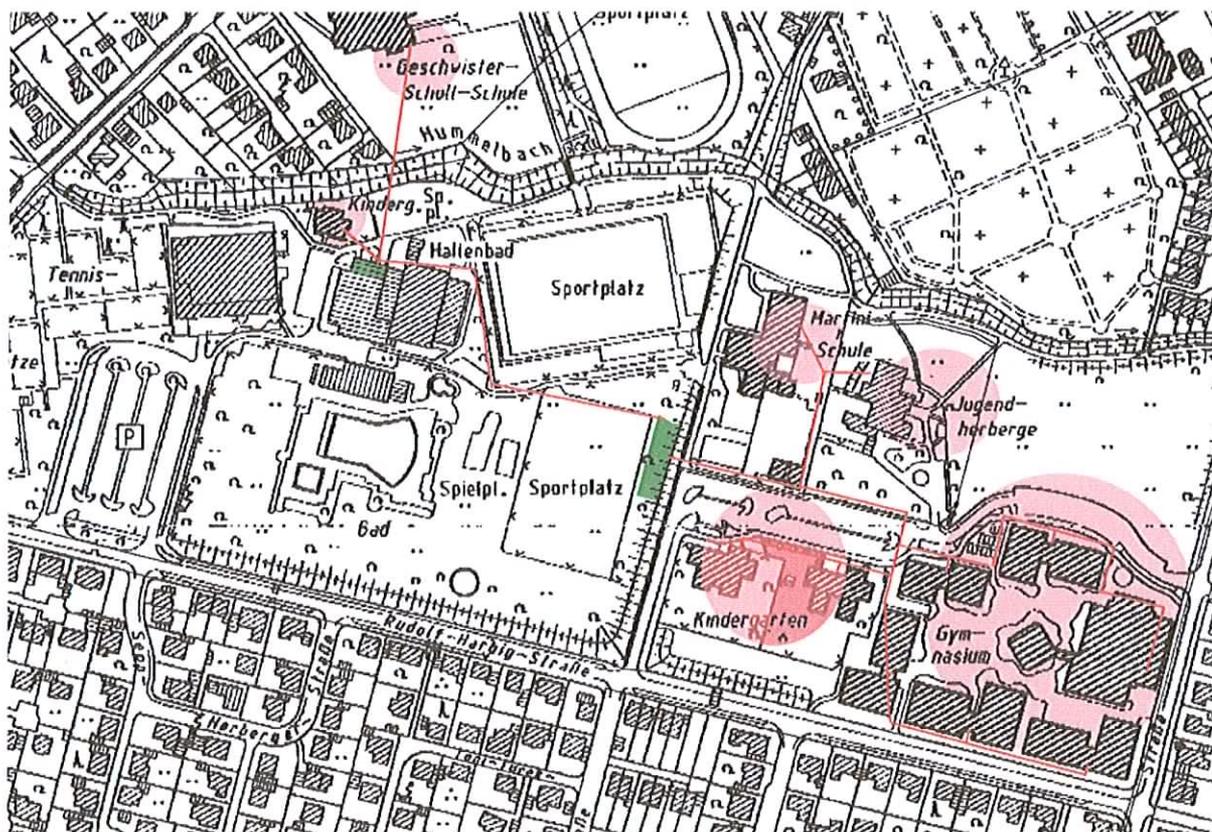
Zur Verringerung von Wärmeverlusten sollte eine hochwertige Dämmung der Rohrleitung angestrebt werden. Mit zu verlegen ist ein Leckortungssystem und ein Netzkabel, welches die zentrale Ablesung und Steuerung des Systems ermöglicht.

Wir gehen davon aus, dass die im Plangebiet befindlichen Gebäude jeweils über einen eigenen Hausanschluss an die Heizzentrale(n) angebunden werden. Kalkuliert wurde mit einer indirekten Übergabe, so dass das Wärmeverteilnetz hydraulisch von den hausinternen Verteilungen abgekoppelt ist.



Eine Besonderheit bei der Wärmeversorgung des Gymnasiums (inkl. MZH) besteht darin, dass sich dort insgesamt 6 Wärmerzeuger befinden, die aus 6 unterschiedlichen Heizzentralen jeweils 2 Pavillons bzw. die Mehrzweckhalle und den Atriumbereich versorgen. Da die Gebäude bis auf eine Ausnahme nicht unterkellert sind und bei den Pavillons aus konstruktiven Gründen eine Verlegung im Dachbereich ausscheidet, ist eine Anbindung aller einzelnen Heizzentralen von außen erforderlich. Die Hausanschlussräume sind aber durch eine Öffnung in der Bodenplatte gut vorbereitet für einen solchen Anschluss von außen.

Für die Verbindung der beiden Heizzentralen ist eine Nahwärmeleitung von 300 m Länge erforderlich. Für die Anbindung der 13 neuen Heizzentralen müssen zusätzlich 990 m Verteilnetz verlegt werden. Inkl. Der Aufwendungen für 13 Übergabestationen ergeben sich Investitionskosten von 359.000 Euro zzgl. 12% Nebenkosten für Planung und Genehmigung. Das entspricht spezifischen Systemkosten für das Wärmeverteilnetz von 280 Euro pro Meter Trasse.



Für die Auslegung der Netzabschnitte wurde eine Temperaturspreizung von 40 K angesetzt, die angesetzte maximale Wärmeleistung ergibt sich aus dem maximalen Wärmebedarf der angeschlossenen Verbraucher unter Berücksichtigung der Gleichzeitigkeiten.

Die Auslegung der Teilstränge, die angesetzten Investitionskosten und Verteilverluste sind im Anhang dokumentiert.

### 5.2.3 Zusammenfassung Auslegung und Investitionen der Nahwärmevarianten

Die Eingangsdaten für die Berechnung der einzelnen Varianten sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

#### Energiekonzept Energieverbund Hummelbach

##### Kalkulation Heizzentrale

alle Preise ohne MWST

Zins	4,00%
MWST	0,00%

##### Basisdaten Plangebiet

Gebäude	13	
Hausanschlüsse	13	
Summe Wärmebedarf	2.107 kW	
Gleichzeitigkeitsfaktor	80%	
Verluste bei max	38,7 kW - ermittelt aus W/m =	
Maximaler Wärmebedarf	1.724 kW	
Nutzwärmebedarf	4.655.589 kWh/Jahr	
Verluste	339.012	7,3%
Wärmebedarf	4.994.601 kWh/Jahr	
Strombedarf	0 kWh/Jahr	

	Gaskesselzentrale	Holzackschnitzel
Investitionen (netto ohne MWST)	Invest in Euro	Invest in Euro
Gaskessel + Brenner 1	80.000	0
Holzessel	0	193.000
E-Technik/Regelung	5.000	0
Speicher	0	51.729
Pumpen/Verteilung	30.000	30.000
Stromanschluss	0	2.250
Kamin	3.000	17.000
Grundstück/Zufahrt	0	15.000
Gebäude	0	87.500
Brennstofflager	0	50.000
Verteilnetz Wärme	326.071	326.071
Hausanschlüsse	33.500	33.500
Baunebenkosten	57.309	96.726
<b>Summe</b>	<b>534.880</b>	<b>902.776</b>

## 5.2.4 Jahreskosten der zentralen Versorgung

### 5.2.4.1 Abschreibung und Finanzierungskosten

Auf der Grundlage der oben ausgewiesenen Investitionskosten für Heizzentrale, Wärme- und Stromverteilnetz sowie Hausanschlüsse werden über einen kalkulatorischen Zins von 4,0 % und die angesetzten Abschreibungsdauern der einzelnen Anlagenkomponenten nach VDI 2067 die jährlichen Kosten für Abschreibung und Finanzierung als Annuitäten ermittelt.

Bei der annuitätischen Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die erforderlichen Investitionen vollständig zu einem Zeitpunkt anfallen und in vollem Umfang finanziert werden müssen. Tatsächlich wird der Verlauf der Investitionen stark von der Entwicklung der Bautätigkeit bestimmt. Zudem können große Teile der Investitionen über Baukostenzuschüsse und Netzkostenbeiträge finanziert werden.

### 5.2.4.2 Betriebskosten

Die Betriebskosten wurden auf der Preisbasis April 2009 ermittelt. Die Eingangsdaten sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Versicherung u. Fix.Steuer				1,5%	der Invest.
Abrechnung Wärme				75	Euro/Geb.
Pumpstrom/Hilfsenergie	1,5%	74.993	kWh/Jahr	15,00	ct. /kWh

#### 5.2.4.2.1 Wartung und Instandhaltung

Für die meisten Anlagenkomponenten werden jährliche Instandhaltungskosten nach VDI 2067 als Prozentsatz von 1,5% der Investitionskosten in Ansatz gebracht.

Um den erhöhten Wartungsaufwand bei der Holzpelletfeuerung zu berücksichtigen, wurde dort mit einem Wartungssatz von 2,5% gerechnet und zusätzlich ein Personalaufwand von 1 Stunde pro Tag mit einem Stundensatz von 25 Euro berücksichtigt.

#### 5.2.4.2.2 Versicherung und Fixsteuer

Pauschalisiert werden hier Fixkosten des Betreibers der Heizzentrale und der Verteilnetze als Prozentsatz von 1,5% der Investitionskosten in Ansatz gebracht. Der Ansatz ist großzügig gewählt.

#### 5.2.4.2.3 Abrechnung Wärme und Strom

Für die Ablesung, Abrechnung, Verwaltungsaufwand und Einnahmeausfälle werden hier pro Gebäude 75 Euro pro Jahr angesetzt.

#### 5.2.4.2.4 Hilfsenergie/Pumpstrom

Der Strombedarf der Heizzentrale wird pauschal mit 1,5% der Wärmeabgabe in Ansatz gebracht, bei einem Strompreis von 15 ct. /kWh netto.

#### 5.2.4.2.5 Brennstoffkosten

Die Brennstoffkosten für den Erdgasverbrauch der Heizzentrale berechnen sich nach dem Gassondervertrag von Gelsenwasser beim Hallen-/Freibad (Preisstand 1.4.2009). Erdgasleistungskosten wurden nicht in Ansatz gebracht, weil davon ausgegangen wurde, dass der Erdgaskessel in Spitzenlastzeiten auch mit Heizöl befeuert werden kann.

Als Brennstoffkosten für die Holzhackschnitzel wurden 65 Euro pro Tonne bei einem Energiegehalt von 3.300 kWh/t zugrunde gelegt.

Bei dem Brennstoffpreis ist zu beachten, dass auf Holzhackschnitzel unter bestimmten Voraussetzungen nur der verringerte MWST-Satz von 7% aufgeschlagen wird. Da die Kalkulation hier ohne

MWST erfolgt ist, ergeben sich weitere Vorteile beim Preis, weil auf die anderen Energieträger 19% aufgeschlagen wird.

#### 5.2.4.2.6 Strompreise

Der Strompreis für Hilfsenergie wurde zu 15 ct./kWh angesetzt.

### 5.2.5 Ergebnisübersicht der Verbundlösungen

In der Gegenüberstellung der Verbundvarianten weist die zentrale Wärmeversorgung aus einer Heizzentrale mit Hackschnitzeln die geringsten Jahreskosten aus.

#### Energiekonzept Energieverbund Hummelbach Kalkulation Heizzentrale + Verteilnetz – ohne Förderung alle Preise ohne MWST

	Gaskessel- zentrale Jahreskosten in Euro	Holz hackschnitzel Jahreskosten in Euro
Jahreskosten		
AfA+Fin+Wartung	35.455	74.515
Versicherung u. Fix.Steuer	8.023	13.508
Abrechnung Wärme	975	975
Brennstoff	297.547	175.368
Pumpstrom/Hilfsenergie	11.238	11.238
<b>Jahreskosten Wärme Netto</b>	<b>353.238</b>	<b>275.604</b>
<b>- in ct. /kWh</b>	<b>7,59</b>	<b>5,92</b>

Obwohl der investive Aufwand der Hackschnitzelvariante inkl. Verteilnetz mit gut 900.000 Euro deutlich höher ausfällt als in der zentralen Gaskesselvariante inkl. Verteilnetz (535.000 Euro), ergeben sich für die Holzvariante Jahreskosten, die um 78.000 Euro niedriger ausfallen.

Die Kostenstruktur mit den geringeren Brennstoffkosten hat auch den Vorteil, dass eine Verdopplung der Brennstoffkosten in der Hackschnitzelvariante „nur“ einen Anstieg der Brennstoffkosten um 175 T Euro zu Folge hat. Bei der Gaskesselvariante erhöhen sich die Brennstoffkosten bei einer Verdopplung um knapp 300 T Euro!

## 5.3 Wirtschaftlichkeitsvergleich der Versorgungsvarianten

### 5.3.1 Annuitätsrechnung - Wärmegestehungskosten

Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten erfolgt zunächst in der Gegenüberstellung der jährlichen Gesamtkosten und der spezifischen - auf die Nutzwärme bezogenen - Wärmepreise. Sofern Investitionen bei der Rechnung zu berücksichtigen waren, wurden diese mit einem Kalkulationszins von 4,0 % unter Ansatz der technischen Nutzungsdauer der jeweiligen Anlagenkomponenten annuitätisch in Jahreskosten übertragen.

Fördermittel sind bei dieser Betrachtung zunächst **nicht** berücksichtigt worden.

Die Ergebnisse gelten für das erste Betriebsjahr und berücksichtigen keine Preissteigerungen.

Energiekonzept Energieverbund Hummelbach		ohne MWST	
Variante	1	2	3
	Gas Einzel	Gas Zentrale	Holzhack-schnitzel Zentrale
kWh/Jahr	4.655.589	4.655.589	4.655.589
Investitionen	238.699	534.880	902.776
<b>Kosten in Euro pro Jahr</b>			
AfA Fin Wartung	22.338	35.455	74.515
Versicherung u. Fix.Steuer	0	8.023	13.508
Abrechnung Wärme	0	975	975
Brennstoff	275.788	297.547	175.368
Pumpstrom/Hilfsenergie	0	11.238	11.238
Jahreskosten Wärme Netto	298.126	353.238	275.604
- in ct/kWh	6,40	7,59	5,92
<b>Laufende Kosten ohne AfA, Fin, Wartung</b>	274.928	317.783	201.089
<b>Energiekosten</b>	274.888	308.785	186.606

Nach den hier zugrunde gelegten Ansätzen lässt sich eine zentrale Wärmeversorgung mit einer Holzhackschnitzelheizzentrale mit einem jährlichen wirtschaftlichen Vorteil von 23.000 Euro (zzgl. MWST) gegenüber einer Erneuerung der Einzelversorgung auf Erdgasbasis darstellen.

Eine zentrale Wärmeversorgung auf Erdgasbasis wäre verglichen mit der Erneuerung der dezentralen die teurere Lösung.

Die Kosten für die Verbundlösungen sind vorsichtig gerechnet. Hier ist in der Praxis eine höhere Wirtschaftlichkeit zu erwarten, weil die Fixkosten und die Abrechnungskosten bei einem Betrieb z.B. durch die Gemeindewerke verringert werden können.

Die preissensiblen Brennstoffkosten sind durchgängig mit 65 Euro pro Tonne Hackschnitzel gerechnet worden, obwohl aus landschaftspflegerischen Maßnahmen beim Bauhof Nottuln jährlich bereits 400 m<sup>3</sup> kostenlos anfallen.

### 5.3.2 Fördermittel

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist ohne die Berücksichtigung von Fördermitteln erfolgt. Tatsächlich stehen aber umfangreiche Fördermittel aus dem Marktanreizprogramm der Bundesregierung zur Verfügung.

Für eine zukunftsfähige und nachhaltige Energieversorgung und aus Gründen des Umwelt- und Klimaschutzes fördern die KfW und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Programmteil "Premium" besonders förderwürdige größere Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Im Rahmen der BMU-Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt in Deutschland werden Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse und Anlagen zur Nutzung der Tiefengeothermie, Wärmenetze, große Solarkollektoranlagen, große Wärmespeicher, Anlagen zur Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas mit langfristigen, zinsgünstigen Darlehen der KfW und Tilgungszuschüssen aus Bundesmitteln gefördert.

Ab Januar 2009 wird das KfW-Programm Erneuerbare Energien (270, 271, 272, 281, 282) neu gestaltet. Das KfW-Programm Erneuerbare Energien dient der langfristigen Finanzierung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien zu einem günstigen Zinssatz.

Gefördert wird u.a.

- die Errichtung und Erweiterung automatisch beschickter Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse (z. B. Holzpellets, Scheitholz oder Holzhackschnitzel) mit einer installierten Nennwärmeleistung von mehr als 100 kW, bei Anlagen nach Nr. 3 bis maximal 2 MW, sofern die im Antrag auf Tilgungszuschuss (Formular-Nr. 142 551) genannten Emissionswerte eingehalten werden.
- Gefördert wird die Errichtung und die Erweiterung eines Wärmenetzes (inklusive der Errichtung der Hausübergabestationen), sofern das Wärmenetz zu mindestens 50 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien gespeist wird oder zu mindestens 20 % aus solarer Strahlungsenergie gespeist wird, sofern ansonsten fast ausschließlich Wärme aus hocheffizienten KWK-Anlagen oder aus Wärmepumpen eingesetzt wird. Für das Wärmenetz muss im Mittel über das gesamte Netz ein Mindestwärmeabsatz von 500 kWh pro Jahr und Meter Trasse nachgewiesen werden.
- Als Innovationsförderung werden die Errichtung und/oder die Erweiterung von Wärmespeichern mit mehr als 20 m<sup>3</sup> gefördert, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden und die im Antrag auf Tilgungszuschuss (Formular-Nr. 142 551) aufgeführten Qualitätskriterien einhalten.

Finanziert werden bis zu 100 % der förderfähigen Netto-Investitionskosten (ohne MwSt.) bis maximal 10 Millionen Euro pro Vorhaben. Der Zins für das Programm 271 lag am 17.7.2009 bei 20-jähriger Laufzeit, 3 tilgungsfreien Jahren und 10 Jahren Zinsbindung für Kommunen bei 3,8% effektiv.

Weitaus interessanter sind die **Tilgungszuschüsse** für die in diesem Programm förderfähigen Maßnahmen:

- (1.) Für förderfähige große Solarkollektoranlagen: beträgt der Tilgungszuschuss 30 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten.
- (2.) Für förderfähige Biomasse-Anlagen zur thermischen Nutzung: **20 Euro je kW installierter Nennwärmeleistung (Grundförderung), höchstens jedoch 50.000 Euro je Einzelanlage.**

Darüber hinaus können folgende Boni gewährt werden:

- a) **Bonus für niedrige Staubemissionen: 20 Euro je kW Nennwärmeleistung, sofern die staubförmigen Emissionen maximal 5 mg/m<sup>3</sup> (Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13 % im Normzustand (273 K, 1013 hPa)) betragen.**
- b) **Bonus für die Errichtung eines Pufferspeichers: Die Grundförderung erhöht sich um 10 Euro je kW Nennwärmeleistung, sofern für den Kessel ein Pufferspeicher mit einem Mindestspeichervolumen von 30l/kW Nennwärmeleistung installiert wird.**

Die Förderung nach (2.) und die Boni nach a) und b) sind kumulierbar. Der maximale Tilgungszuschuss beträgt 100.000 Euro je Anlage.

- (3.) Für förderfähige KWK-Biomasse-Anlagen: 20 Euro je kW installierter Nennwärmeleistung, sofern der elektrische Wirkungsgrad größer als 10 % und der Gesamtwirkungsgrad größer als 70 % ist.
- (4.) Für förderfähige Wärmenetze (ohne Anspruch auf Zuschlagszahlung gemäß § 7 a des Gesetzes für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG)):
  - a) 60 Euro je neu errichtetem Meter Trassenlänge im Rahmen einer erstmaligen Erschließung,
  - b) **80 Euro je neu errichtetem oder verstärktem (erweitertem) Meter Trassenlänge in bereits erschlossenen Wohn- oder Gewerbegebieten,**

höchstens jedoch eine Million Euro (Förderhöchstbetrag).

.....

- (5.) Für förderfähige große Wärmespeicher mit mehr als 20 m<sup>3</sup>: **250 Euro je m<sup>3</sup> Speichervolumen. Die Förderung ist auf 30 % der für den Wärmespeicher nachgewiesenen Netto-**

investitionskosten beschränkt. Der maximale Tilgungszuschuss je Wärmespeicher beträgt 300.000 Euro.

### Energiekonzept Energieverbund Hummelbach Förderrechner

ohne MWST

#### Biomassekessel und Nahwärme

Kredit KfW - Pellet		902.776	Euro
Zinsvorteil		0,5%	
Zinsbindung		10	Jahre
Geldwerter Vorteil	45.139		
Teilschulderlass Holzessel		50	Euro/kW
Holzessel		800	kW
Teilschulderlass Holzessel	40.000		
Teilschulderlass Speicher		250	Euro/m <sup>3</sup>
Speichervolumen		52	m <sup>3</sup>
Teilschulderlass Nahwärmenetz	12.932		
Teilschulderlass Nahwärmenetz		80	Euro/m
Nahwärmenetz		1.100	m
Teilschulderlass Nahwärmenetz	88.000		
Teilschulderlass Hausanschluß		1.800	Euro/m
Hausanschlüsse		13	Hausanschlüsse
Teilschulderlass Hausanschluß	23.400		
<b>Summe Förderung</b>	<b>209.471</b>	<b>23%</b>	

Bei der Inanspruchnahme von Mitteln aus dem KfW-Programm Erneuerbare Energien ergibt sich für die Nahwärmevariante mit Hackschnitzelkessel ein geldwerter Vorteil durch günstige Zinsen und Teilschulderlass in Höhe von ca. 209.000 Euro.

## 5.4 Emissionen

Bei der Verbrennung von Erdgas oder Heizöl in konventionellen Heizkesseln entstehen am Ort der Verbrennung Emissionen, das heißt Umweltbelastungen durch Luftverunreinigungen. In einigen Fällen sind auch zusätzlich Beeinträchtigungen durch Geräusche, Erschütterungen oder ähnliches darunter zu fassen. Hinzuzurechnen sind die Emissionen, die bei der Bereitstellung der Brennstoffe Erdgas oder Heizöl anfallen, also bei der Gewinnung und Förderung, Weiterverarbeitung und auf dem Transport zur Verbrauchsstelle. Bei der Stromerzeugung fallen Emissionen an, die je nach Zusammensetzung des Kraftwerkparks des Stromversorgers und der eingesetzten Brennstoffe für die einzelnen Schadstoffe unterschiedlich hoch sein können. Mit dem Gesamtemissionsmodell GEMIS wurden die spezifischen Emissionen für Gasheizungen, Holzbefuerung, BHKW und die Stromerzeugung bestimmt.

Wir beschränken uns hier auf die Ausweisung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die einzelnen Varianten.

## Energiekonzept Energieverbund Hummelbach

### Emissionsbilanzen

Variante		1	1	2
		Gas Einzel	Gas Zentrale	Holzhack-schnitzel Zentrale
<b>Erdgasverbrauch</b>	kWh/Jahr	3.022.383	3.301.776	0
<b>BHKW Wärme</b>	kWh/Jahr	1.638.120	1.638.120	1.638.120
<b>Verbrauch Holz</b>	kWh/Jahr	0		3.593.861
<b>Verbrauch Strom</b>	kWh/Jahr	0	70.394	70.394
CO 2 - Emissionsfaktor Erdgas	g/kWh	228	228	228
CO 2 - Emissionsfaktor BHKW Wärme	g/kWh	127	127	127
CO 2 - Emissionsfaktor Holz	g/kWh	10	10	10
CO 2 - Emissionsfaktor Strom	g/kWh	580	580	580
CO 2 - Emissionen Erdgas	t/a	689	753	0
CO 2 - Emissionen BHKW Wärme	t/a	208	208	208
CO 2 - Emissionen Holz	t/a	0	0	36
CO 2 - Emissionen Strombezug	t/a	0	41	41
<b>CO 2 - Emissionen Summe</b>	<b>t/a</b>	<b>897</b>	<b>1.002</b>	<b>285</b>
			112%	32%

Die meisten CO<sub>2</sub>-Emissionen fallen bei System reine Erdgasheizzentrale an, weil dort zusätzlich zur Einzelversorgung, die auch mit Erdgas erfolgt, Verteilverluste und der Stromeinsatz für die Wärmeverteilung die Emissionen erhöhen.

Die wirtschaft favorisierte Lösung mit der Holzheizzentrale führt zu einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 68% gegenüber der bereits heute wegen der BHKWs günstigen Emissionssituation im Plangebiet.

## 5.5 Stromverbund

Aus folgenden Gründen stellt sich die Frage, ob nicht die Herstellung eines Stromverbundes zusammen mit dem Wärmeverbund eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Projektes darstellen kann:

- Stromeinspeisung von 180.000 kWh zu Konditionen von 8,24 ct./kWh
- Strombezug der neuen Kommunalbauten 256.000 kWh zu 16,81 ct/kWh (ohne. MWST)
- Lastvergleichmäßigung
- Verringerung von Zähler-/Messgebühren in 4 Liegenschaften
- stromseitige Einbindung der neuen Heizzentrale in das eigene Netz

Die Stromleitungen können zusammen mit den Wärmeleitungen verlegt werden, wenn die Gräben etwas breiter gemacht werden. Da die Stromverteilung in Niederspannung erfolgen soll, sind Kabel mit großen Kabelquerschnitten zu wählen, damit die Verluste gering bleiben. Wir gehen überschlägig von Material- und Verlegekosten von 85 Euro pro m aus.

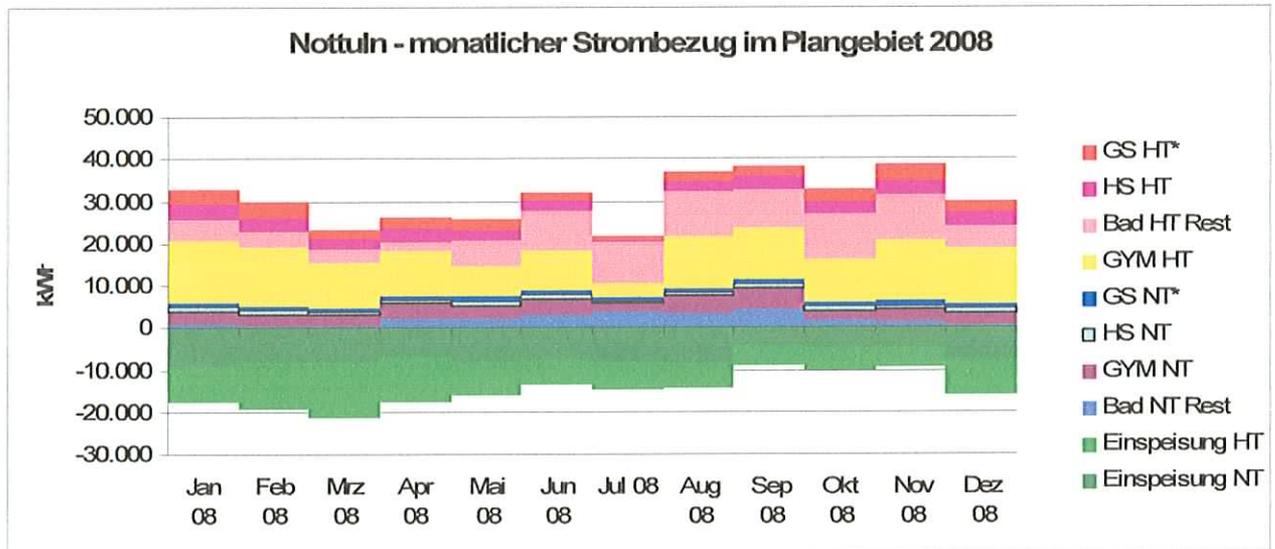
Die Leitungslängen sind etwas geringer als bei den Wärmeleitungen, weil Fremdbnehmer nicht mit eingebunden wurden und weil beim Gymnasium eine einzige Anbindung bei der 10 kV Station in der MZH ausreicht.

Kostenübersicht Stromverbund	m	m/HA	Euro/m	Euro
Verteilnetz	920		85	78.200
Hausanschlussleitungen	70	10	85	5.950
Zähler			300	2.100
Hausanschluß			300	2.100
Summe				88.350
			30	
Annuität			4%	5.109
Wartung/Instandhaltung			1,5%	1.325
<b>Jährliche Kosten</b>				<b>6.435</b>

Bei Gesamtinvestitionen von 88 T Euro ergeben sich jährliche Kosten von ca. 6.500 Euro, die durch die Vorteile des Stromverbunds finanziert werden müssen. Hinzu kommen Verluste von ca. 5%, die sich bei 256.000 kWh auf 12.800 kWh im Jahr belaufen. Bewertet mit den heutigen Bezugspreisen von 16,82 ct./kWh ergeben sich 2.153 Euro pro Jahr.

Die Vorteile eines Stromverbundes sind:

- Lastvergleichmäßigung:** Die gemeinsame Jahreshöchstlast von Hallen-/Freibad und Gymnasium liegt um ca. 20 kW unter der Summe der Einzellasten. Bei dem aktuell gültigen Leistungspreis von 9,40 Euro/kWh und Monat ergibt sich durch den Stromverbund ein Vorteil von 2.256 Euro pro Jahr
- Eigennutzung des BHKW-Stroms erhöhen:** In der Monatsbetrachtung von Reststrombezug im Plangebiet und Einspeisung von Überschuss-Strom lässt sich – auch differenziert nach HT- und NT-Zeiten – erkennen, dass im eigenen erweiterten Stromnetz sicherlich 50 % der bislang eingespeisten Mengen selbst genutzt werden können. Bezogen auf den heutigen Bezugspreis von 16,82 ct./kWh ergibt sich in diesem Fall ein Mehrerlös von 8,24 ct./kWh oder von 7.475 Euro pro Jahr.



- In den 3 Schulen, dem Kindergarten und der neuen Heizzentrale kann zukünftig auf die **Zahlung einer Messgebühr** verzichtet werden, weil eigene Zähler eingesetzt werden. Die Ersparnis liegt bei ca. 1.700 Euro pro Jahr.
- Die durchschnittlichen **Strompreise bei der Hauptschule** lagen 2008 bei 22,09 ct./kWh (ohne MWST). Eine Verringerung der Bezugskosten auf das Preisniveau beim Gymnasium (14,87 ct/kWh) führt bei einer Bezugsmenge von 45.000 kWh zu einer jährlichen Kostensenkung um 3.240 Euro.
- Für die **neue Heizzentrale** ist ein Stromanschluss erforderlich. Dadurch dass die Heizzentrale an den erweiterten Stromverbund angeschlossen wird, kann auf die mit dem Netzbetreiber ansonsten abzurechnenden **Anschlusskosten** von ca. 5.000 Euro verzichtet werden.

Insgesamt stellt sich der erweiterte Stromverbund als eine wirtschaftliche Lösung dar und sollte deshalb im Zuge der Herstellung des Wärmeverbundes mit umgesetzt werden.

## 6 Zusammenfassung der Ergebnisse, Handlungsempfehlungen

Unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit empfiehlt sich für die Wärmeversorgung im Plangebiet Nottuln Hummelbach eine Erweiterung des vorhandenen Wärmeverbundes durch Anschluss aller Schulen, Kindergärten und der Jugendherberge. Die vorhandene Heizzentrale am Hallenbad wird erweitert durch eine mit Holzhackschnitzeln befeuerte Heizzentrale an einem neuen Standort, der eine problemlose Anlieferung und Lagerung der Hackschnitzel erlaubt.

Mit Jahreskosten von 275 T Euro liegen bei heutigen Energiepreisen die Kosten der Wärmeversorgung in dieser Variante jährlich um 23 T Euro unter den Kosten für eine Einzelversorgung mit Erdgas. Dabei liefern die BHKWs bereits die Wärme zu günstigen Konditionen. Eine Verdopplung der Energiepreise erhöht den Vorteil der Holzheizung auf jährlich 123 T Euro.

Bei der Untersuchung wurden alle tatsächlich anfallenden Kosten berücksichtigt, die für den Wirtschaftlichkeitsvergleich relevant sind. Fördermittel sind bei diesen Kostenvergleichen nicht berücksichtigt.

Werden zusätzlich Fördermittel aus dem KfW-Programm 271 berücksichtigt, ist bei einem Investitionsvolumen von 903 T Euro mit Zinsvorteilen und Restschulderlass in Höhe von 209 T Euro zu rechnen.

Das wirtschaftliche Ergebnis kann weiter verbessert werden, wenn zusätzlich zum Wärmeverbund ein Stromverbund hergestellt wird.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren sich bei der wirtschaftlichsten Variante durch den Einsatz von Holzhackschnitzeln als nachwachsendem Rohstoff um 68% (612 t/Jahr).

Münster, den 1.8.2009



## Anhang 1

Energiekonzept Energieverbund Hummelbach		Stränge ->												Summe	
Netzauslegung															
	kWh	kW	HZ 1	HZ 2	HZ1-HS	HZ1-KG1	HZ2->Gym	GS+JHB	GS	JHB	Gym+KG2	KG2	Gym Nord	Gym Süd	Summe
Hallen-/Freibad	2.918.112	750	750												
Kindergruppe	30.600	24	24		24										
Hauptschule	269.747	212	212	212											
Hauptschule Nebengebäude	35.858	28	28	28											
Grundschule	289.558	227		227		227	227	227	227						
Grundschule Pavillion	18.559	15		15		15	15	15	15						
Jugendherberge	339.243	260		260		260	260	260	260	260					
Kindergarten	30.600	24		24		24	24	24	24	24	24	24			
Gymnasium	61.809	48		48		48	48	48	48	48	48	48	48		
Gymnasium Gym P1/2	90.433	71		71		71	71	71	71	71	71	71	71		
Gymnasium Gym MZH	283.422	222		222		222	222	222	222	222	222	222	222		
Gymnasium Gym P4+5	83.073	65		65		65	65	65	65	65	65	65	65	65	
Gymnasium Gym P6+7	100.523	79		79		79	79	79	79	79	79	79	79	79	
Gymnasium Gym P8+9	104.052	82		82		82	82	82	82	82	82	82	82	82	
<b>Summe</b>	<b>4.655.589</b>	<b>2.107</b>	<b>1.014</b>	<b>1.093</b>	<b>240</b>	<b>24</b>	<b>1.093</b>	<b>502</b>	<b>242</b>	<b>260</b>	<b>591</b>	<b>24</b>	<b>342</b>	<b>226</b>	
GZF	%	80%	80%	80%	100%	100%	80%	80%	100%	100%	100%	100%	80%	100%	
Stranghöchstlast	kW	1.686	811	875	240	24	875	402	242	260	591	24	273	226	
Temperaturspreizung	dT		40K												
Rohrdurchmesser	mm		100	100	50	25	100	65	50	50	100	32	65	50	
Stranglänge	m		300	300	130	40	75	75	40	30	60	40	260	240	1.290
Netzkosten	Euro/m		305	305	225	182	305	237	225	225	305	194	237	225	
<b>Netzkosten</b>	<b>Euro</b>		<b>91.419</b>	<b>29.246</b>	<b>7.281</b>	<b>22.855</b>	<b>17.793</b>	<b>8.999</b>	<b>6.749</b>	<b>18.284</b>	<b>7.772</b>	<b>61.682</b>	<b>53.992</b>	<b>326.071</b>	
HA					2	1		2	1	1		1	3	3	13
HA Euro					3.500	2.000		3.500	3.500	3.500	3.000	9.000	9.000	9.000	33.500
<b>Verteilungsverluste bei 1/15</b>	<b>W/m</b>	<b>kW</b>		<b>9,0</b>	<b>3,9</b>	<b>1,2</b>	<b>2,3</b>	<b>2,3</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>	<b>1,2</b>	<b>7,8</b>	<b>7,2</b>	<b>38,7</b>
	<b>h/a</b>			<b>8.760</b>											
	<b>kWh/a</b>			<b>78.840</b>	<b>34.164</b>	<b>10.512</b>	<b>19.710</b>	<b>10.512</b>	<b>10.512</b>	<b>7.884</b>	<b>15.768</b>	<b>10.512</b>	<b>68.328</b>	<b>63.072</b>	<b>339.012</b>

