Bericht

Anbindung der Sporthalle Buer an das Nahwärmenetz des Schulzentrums Melle-Buer

März 2021

Projekt-Nr. 320
Dipl.-Ing. M. Kralemann
Büro Göttingen

Im Auftrag der Stadt Melle

3N Dienstleistungen GmbH

Geschäftsstelle Werlte
Kompaniestraße 1
49757 Werlte
Tel. 0 59 51 - 98 93 - 0
info@3-n.info

Büro Göttingen
Rudolf-Diesel-Straße 12
37075 Göttingen
Tel. 05 51 - 3 07 38 - 18
goettingen@3-n.info

www.3-n.info

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung 4

2. Aufbau der Untersuchung 4

3. Ausgangssituation 5

4. Untersuchung der Wärmeversorgung 5

4.1. Technisches Konzept 5
4.1.1. Anschluss der Sporthalle 5
4.1.2. Holzhackschnitzelkessel 6
4.1.3. Blockheizkraftwerk 7

4.2. Wirtschaftlichkeitsberechnung 7
4.2.1. Erdgaskesselanlage 7
4.2.2. Holzheizanlage 8
4.2.3. Blockheizkraftwerk 8
4.2.4. Sensitivitätsanalyse 10

5. Emissionsbilanz 12

6. Betreibermodell 13

7. Diskussion und Empfehlung 15

8. Anhang 16

Einheiten/Abkürzungen

H_i	=	unterer Heizwert
H_S	=	oberer Heizwert
kW	=	Kilowatt
kW_{el}	=	Kilowatt elektrisch
kW_{th}	=	Kilowatt thermisch
kWh	=	Kilowattstunde
MWh	=	Megawattstunde
1 kW	=	1000 W
m_S^3	=	Schüttkubikmeter
a	=	Jahr
d	=	Tag
h	=	Stunde

1. Aufgabenstellung

Die Gebäude des Schulzentrums Melle-Buer werden seit 1996 durch zwei holzbefeuerte Heizkessel versorgt. Im Zuge der anstehenden Erneuerung wird die Erweiterung des Wärmenetzes um die Sporthalle Buer erwogen, deren heizölbefeuerte Kesselanlage ebenfalls erneuerungsbedürftig ist.

Vor der Einleitung der weiteren Planung ist eine Untersuchung der technischen Gegebenheiten und der wirtschaftlichen und umweltseitigen Auswirkungen erforderlich. Die Stadt Melle hat 3N mit einer solchen Untersuchung beauftragt.

2. Aufbau der Untersuchung

Die Untersuchung vergleicht die folgenden Varianten:

- Die gebäudebezogene Wärmeversorgung der Sporthalle wird durch Erneuerung der bestehenden Kesselanlage durch eine Erdgasbrennwert-Kesselanlage fortgesetzt. Parallel dazu erfolgt die Erneuerung der Holzkesselanlage in der Oberschule.

- Bei der Erneuerung der Holzkesselanlage in der Oberschule wird das Wärmenetz um den Anschluss der Sporthalle erweitert. Um eine gemeinsame Versorgung zu ermöglichen, werden die dafür erforderliche Wärmeleitung ausgelegt und die Leistung des Holzkessels entsprechend angepasst.

- Als Alternative zu einer Holzkesselanlage kommt ein Blockheizkraftwerk (BHKW) in Frage, das der kombinierten Wärme- und Stromerzeugung dient. Die Auslegung erfolgt zur Abdeckung der Grundlast des Wärmebedarfs, zur Abdeckung der Spitzenlast dient ein erdgasbefeuerter Heizkessel. Die Betrachtung erfolgt für die Variante der Erweiterung des Wärmenetzes um die Sporthalle.

Die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung wird auf der Grundlage einer Jahreskostenbetrachtung mit Finanzierungsrechnung über einen Zeitraum von 20 Jahren durchgeführt. Die kalkulatorische Lebensdauer zur Ermittlung der Abschreibungen und die durchschnittlichen Instandhaltungsaufwendungen der Anlagenkomponenten sind der VDI-Richtlinie 2067 („Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen“) entnommen. Die Investitionen entsprechen einer Kostenschätzung nach DIN 276 und wurden anhand von Erfahrungswerten ausgeführter Projekte und verbindlicher Herstellerangaben ermittelt. Die Betriebskostenansätze stammen aus der VDI-Richtlinie 2067 oder wurden aufgrund von Erfahrungswerten oder Herstellerangaben angesetzt. Alle Kostenangaben beinhalten die gesetzliche Mehrwertsteuer.

Wenn die bestehende Holzheizanlage in den Besitz der Stadt Melle übergeht, ist damit auch das Wärmenetz auf dem Grundstück des Schulzentrums verbunden. Es kann weiter betrieben werden, muss aber von der Stadt unterhalten werden. Instandhaltungsaufwendungen werden in der VDI 2067 anhand der Investition ermittelt. Da die 1996 getätigte Investition nicht bekannt ist, wird anhand der Längen- und Nennweitenaufstellung die heutige Investition angesetzt und auf den damaligen Wert abgezinst. Bei einer jährlichen Kostensteigerung von 2 % ergibt sich eine Investition von 62.000 €. Um den erhöhten Instandhaltungsaufwand in der zweiten Hälfte der Nutzungsdauer abzubilden, wird mit einer jährlichen Aufwendung von 2 % der Investition der doppelte Ansatz getätigt. Er ist in allen Varianten enthalten, die auf dem bestehenden Wärmenetz aufbauen.

3. Ausgangssituation

Die für eine gemeinsame Wärmeversorgung in Frage kommenden Gebäude sind in Tabelle 3.1 mit ihren Eckdaten aufgeführt. Die Wärmeverbrauchswerte wurden auf Basis der verfügbaren Angaben zu Brennstoffbezug, Gebäudenutzung und Kesselleistung ermittelt. Für den bisherigen Wärmeverbrauch werden keine Veränderungen erwartet, es ist nur eine Erweiterung der Kita mitzuversorgen.

Gebäude.	**Wärme-verbrauch**	**Wärme-bedarf**	**Kessel-leistung**	**Kessel-baujahr**
	kWh/a	kW	kW	---
Schulzentrum	950.000	680	800	1996
Erweiterung Kita	5.600	5	---	---
Sporthalle	209.100	160	285	1982
Summe (inkl. Übertragungsverlusten)	**1.204.100**	**845**	**1.085**	**---**

Tabelle 3.1: Wärmetechnische Eckdaten der Gebäude

4. Untersuchung der Wärmeversorgung

4.1. Technisches Konzept

4.1.1. Anschluss der Sporthalle

Für die Anbindung der Sporthalle ist die Verlegung einer Wärmeleitung erforderlich, die entlang der Schürenstraße und auf dem Grundstück der Sporthalle verlegt werden kann (s. Bild 4.1). Die Leitung ist aufgrund des Verhältnisses des Wärmeverbrauchs zur Entfernung relativ gut ausgelastet. Die Trassenbelegung liegt mit 836 kWh/(m·a) deutlich über dem im Marktanreizprogramm des Bundes zur Förderung von Wärmenetzen erforderlichen Mindestwert von 500 kWh/(m·a). Die Netzverluste erreichen mit 16 % der Wärmeerzeugung für die Sporthalle einen typischen Wert.

Der Warmwasserbedarf wird im Winter durch den Wärmebezug aus dem Schulzentrum und im Sommer von der Solarkollektoranlage gedeckt. Für den Fall, dass dies in Einzelfällen nicht ausreichend sein sollte, erscheint die Installation eines erdgasbefeuerten Wärmeerzeugers nicht vertretbar. Deshalb wird eine elektrische Nachheizmöglichkeit im Warmwasserspeicher vorgesehen.



Bild 4.1: Wärmeversorgte Gebäude und Trassenverlauf der Wärmeleitung von der Heizzentrale zur Sporthalle

4.1.2. Holzhackschnitzelkessel

Die bestehende Kesselanlage kann durch eine neue Anlage nach dem aktuellen Stand der Technik und der Emissionsminderung ersetzt werden. Brennstofflager, Brennstoffzuführung und Schornstein werden dabei weiterverwendet. Die erforderliche Leistung von 680 bzw. 850 kW kann als Zweikesselanlage installiert werden. Durch die Leistungsabstufung und die Leistungsregelbarkeit können alle Lastfälle abgedeckt werden. Zum Ausgleich von Lastschwankungen und zur Verlängerung der Kessellaufzeiten sollte ein Pufferspeicher ergänzt werden. Die hohe Kesselleistung führt zu einem Volumen von 20 - 25 m³. Da eine Installation innerhalb des Gebäudes nicht möglich ist, wird eine Außenaufstellung neben dem Brennstofflager vorgesehen – die Eignung des Untergrunds ist im Rahmen der Ausführungsplanung zu überprüfen. Bei einem Durchmesser von 2,8 m wird dabei eine Höhe von 3,3 bzw. 4,1 m erreicht (zzgl. Dämmung). Es ist auch eine liegende Aufstellung möglich.

4.1.3. Blockheizkraftwerk

Die Auslegung des BHKW basiert auf der Grundlage des maximalen Wärmebedarfs und des Jahreswärmeverbrauchs. Mit einem Simulationsprogramm, das anhand von Mustertagen (gemäß VDI-Richtlinie 2067 Blatt 7) den stündlichen Wärme- und Strombedarf der Abnehmer berücksichtigt, werden die Betriebsdauer und die direkt nutzbaren Strommengen ermittelt. Das BHKW wird kleiner als die Holzheizanlage ausgelegt, um eine möglichst hohe Laufzeit, aber auch eine möglichst hohe Eigenverbrauchsquote beim erzeugten Strom zu erreichen. Es wird ein Modul mit einer Leistung von 120 kW_{el} / 200 kW_{th} vorgesehen, das rd. zwei Drittel des Wärmeverbrauchs decken kann. Kurzfristige Lastschwankungen werden auch hier mit einem Pufferspeicher ausgeglichen und führen zu einem höheren Erzeugungsanteil des BHKW, dabei ist jedoch ein kleineres Volumen als bei der Holzheizanlage ausreichend (6 m³). Zur Abdeckung der Spitzenlast wird ein erdgasbefeuerter Kessel installiert.

4.2. Wirtschaftlichkeitsberechnung

4.2.1. Erdgaskesselanlage

Die Erdgasbezugspreise haben sich in den vergangenen Jahren mehrfach verändert. Die Berechnung verwendet den Wert des Jahres 2020 in Höhe von 4,161 Ct/kWh (H_S) (netto) und berücksichtigt auch die ab 2021 erhöhte Energiesteuer aufgrund der CO_2-Bepreisung gemäß dem Klimapaket der Bundesregierung. Bild 4.2 zeigt den Verlauf der Zuschläge ausgehend von den Vorgaben in Höhe von 25 € je t CO_2 im Jahr 2021 und 55 €/t 2025. Ab 2026 ist ein Marktwert im Bereich von 55 - 60 €/t vorgesehen. Die höheren Werte für Heizöl spiegeln den erhöhten CO_2-Ausstoß dieses Energieträgers wider. Die Berechnung verwendet den Mittelwert der ersten zehn Betriebsjahre 2021 - 2030 (Finanzierungszeitraum) in Höhe von 1,29 Ct/kWh (H_S) bei Erdgas.

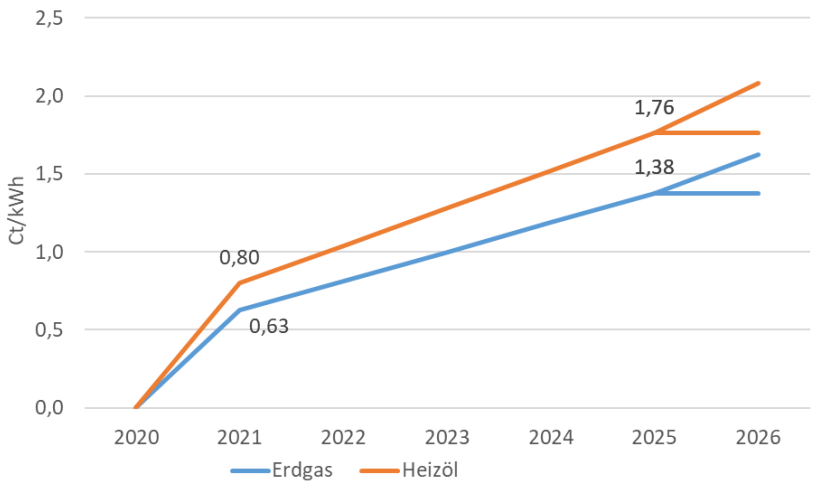


Bild 4.2: Preisaufschläge auf Basis der CO_2-Bepreisung für Erdgas und Heizöl

4.2.2. Holzheizanlage

Die Investition der Holzenergievarianten wird durch die Förderung des Marktanreizprogramms des Bundes um 35 % reduziert. Dabei handelt es sich um einen Zuschuss des BAFA, der die gesamte Investition inkl. baulicher Aufwendungen und Planungsleistungen berücksichtigt. Wärmeleitungen, die aus Holzheizanlagen versorgt werden, erhalten nach dem Marktanreizprogramm des Bundes ein KfW-Darlehen mit einem Schulderlass in Höhe von 60 € je m Wärmeleitung und 1.800 € je angeschlossenem Gebäude bei einem aktuellen Zinssatz von 2,0 $\%_{eff}$.

Der Brennstoffpreis wird aus dem aktuellen Wärmeliefervertrag der Holzheizanlage übernommen. Er liegt mit 30 €/m^3_S vglw. hoch, bezieht sich aber auf die erzeugte Wärmemenge und beinhaltet somit den Kesselnutzungsgrad. Mit den Brennstoffbezugskosten werden außerdem die Kesselbedienung, -reinigung und -wartung abgedeckt.

Tabelle 4.1 zeigt die Wärmeerzeugungskosten für die Holzenergievarianten. Die Förderung kann die Investition deutlich reduzieren. Der Anschluss der Sporthalle an die Heizzentrale des Schulzentrums führt zu einer etwas höheren Investition als die Installation eines Erdgaskessels. Die geringeren Brennstoffkosten können dies jedoch ausgleichen, so dass gleiche Jahreskosten entstehen. Die detaillierten Kostenberechnungen und Investitionsermittlungen befinden sich im Anhang.

	Einheit	Schulzentrum Holzkessel	Sporthalle Erdgaskessel	**Summe separate Versorgung**	**Schulzentrum + Sporthalle Holzkessel**
maximaler Wärmebedarf	kW	680	160	840	840
Wärmeverbrauch	kWh/a	956.000	209.000	1.165.000	1.165.000
Wärmeerzeugung (inkl. Leitungsverluste)	kWh/a	956.000	209.000	1.165.000	1.204.000
Leistung Erdgaskessel	kW	---	160	160	---
Leistung Holzkessel	kW	700	---	700	850
Investition	€	460.081	69.377	529.458	623.295
Förderung	€	- 161.028	---	- 161.028	- 211.790
verbleibende Investition	€	299.052	69.377	368.429	410.812
Kapitalkosten	€/a	17.142	4.068	21.210	23.656
Brennstoffbezugskosten	€/a	47.484	15.674	63.158	59.827
Betriebskosten	€/a	11.717	2.062	13.779	14.594
Jahreskosten	**€/a**	**76.343**	**21.804**	**98.147**	**98.077**
	Ct/kWh	8,0	10,4	8,4	8,4

Tabelle 4.1: Wärmeerzeugungskosten bei separater und gemeinsamer Versorgung des Schulzentrums und der Sporthalle aus einer erneuerten Holzheizanlage

4.2.3. Blockheizkraftwerk

Bei der Berechnung eines BHKW ist zwischen den Brennstoffen Erdgas und Biogas zu unterscheiden.

BHKW, die mit Erdgas betrieben werden, unterliegen den Bestimmungen des KWK-Gesetzes (KWKG). Die Vergütung des eingespeisten Stroms besteht aus drei Komponenten:

- Grundvergütung (orientiert an Strombörse EEX) 4,0 Ct/kWh[1]
- Bonus nach KWKG bis 50 kW_{el} 8,0 Ct/kWh
  50 - 250 kW_{el} 6,0 Ct/kWh
- Bonus für vermiedene Netznutzung 0,5 Ct/kWh

Wenn der Strom direkt am Ort der Erzeugung verbraucht wird, kann der Bonus nach dem KWKG in halber Höhe beansprucht werden. Hierfür ist die Verlegung von Stromleitungen zum Zusammenfassen der Abnahmestellen erforderlich.

Bei Installation eines BHKW-Moduls mit einer Leistung von 120 kW_{el} / 200 kW_{th} übersteigt die Stromerzeugung deutlich den Verbrauch. Es können 77 % des Stromverbrauchs aus dem BHKW gedeckt werden, dies stellt aber nur 16 % der erzeugten Menge dar, so dass 84 % eingespeist werden müssen.

Wird Erdgas in hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen unterhalb 2 MW_{el} mit einem Nutzungsgrad von mindestens 70 % eingesetzt, besteht gemäß § 53 a Energiesteuergesetz die Möglichkeit, eine Steuerrückerstattung zu beantragen. Der Steuersatz ist gegenüber Erdgas zu Heizzwecken um 0,55 Ct/kWh (H_S) reduziert.

BHKW, die mit Biogas betrieben werden, unterliegen den Bestimmungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Im vorliegenden Fall wird Biogas eingesetzt, das auf Erdgasqualität aufbereitet und durch das Gasnetz bezogen wird. Der Herkunftsnachweis garantiert die Stromvergütung gemäß EEG. Die aktuelle Fassung unterscheidet nicht nach Einsatzstoffen und sieht für Einspeiseleistungen von maximal 150 kW_{el} eine Vergütung von 13,32 Ct/kWh vor (Wert bei Inkrafttreten), die einer Degression von 0,5 % je Inbetriebnahmequartal unterliegt. Bei Inbetriebnahme Ende 2021 ist somit einer Vergütung von 12,05 Ct/kWh zu erwarten. Die Biomethanbezugspreise liegen mit rd. 8 Ct/kWh (H_S) deutlich über dem Niveau von Erdgas.

Wärmeleitungen in Verbindung mit Anlagen gemäß KWKG werden mit einem Satz von 100 € pro Trassenmeter, maximal jedoch mit 40 % der ansatzfähigen Investition (bei einer Nennweite von max. DN 100) bzw. max. 30 % der ansatzfähigen Investition (bei Nennweiten über DN 100) bezuschusst. BHKW mit einer Leistung von weniger als 20 kW_{el} werden durch einen leistungsabhängigen Zuschuss des BAFA gefördert.

Tabelle 4.2 zeigt die Ermittlung der Wärmeerzeugungskosten für die BHKW-Varianten. Der Stromerlös kann die Kapital- und Betriebskosten in der Erdgasvariante ausgleichen,

[1] quartalsweise Festlegung, hier Mittelwert der vergangenen 3 Jahre

so dass etwas geringere Jahreskosten entstehen als bei Erneuerung der Holzheizanlage. Die höheren Brennstoffkosten der Biomethanvariante werden von dem etwa gleich hohen Stromerlös jedoch nicht ausgeglichen, so dass deutlich höhere Jahreskosten entstehen. Die detaillierten Kostenberechnungen und Investitionsermittlungen befinden sich im Anhang.

	Einheit	**BHKW Erdgas**	**BHKW Biomethan**
maximaler Wärmebedarf	kW	840	840
Wärmeverbrauch	kWh/a	1.165.000	1.165.000
Wärmeerzeugung (inkl. Leitungsverluste)	kWh/a	1.204.000	1.204.000
Leistung Erdgaskessel	kW	800	800
Leistung BHKW	$kW_{el/th}$	120 / 200	120 /200
Investition	€	635.930	556.324
Förderung	€	- 19.800	- 19.800
verbleibende Investition	€	616.130	536.524
Kapitalkosten	€/a	43.685	39.133
Brennstoffbezugskosten	€/a	89.169	125.579
Stromerlös	€/a	- 71.736	- 71.241
Betriebskosten	€/a	32.030	30.506
Jahreskosten	**€/a**	**93.148**	**123.976**
	Ct/kWh	8,0	10,6

Tabelle 4.2: Wärmeerzeugungskosten bei Versorgung aus einem BHKW

4.2.4. Sensitivitätsanalyse

Die Bilder 4.3 und 4.4 zeigen die Veränderung der Wärmeerzeugungskosten bei Variation der Brennstoffbezugspreise und der Investition als den variabelsten Einflussgrößen. Eine Veränderung der Brennstoff- und Strombezugspreise von 50 % entspricht einem jährlichen Wert von 2 % über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren. Bei einer Steigerung von 4 % p.a. ist dieses Niveau dementsprechend bereits nach 10 Jahren erreicht.

Bei steigenden Brennstoffpreisen zeigt sich die kostendämpfende Eigenschaft des Energieträgers Holz – beim Vergleich der separaten und gemeinsamen Versorgung von Schulzentrum und Sporthalle wegen des kleinen Verbrauchsanteils der Sporthalle jedoch nur in sehr geringer Form. Beim Erdgas-BHKW überlagern sich die Einflüsse der Gaspreisentwicklung und der Eigenstromerzeugung, so dass es sich in der Summe relativ unempfindlich gegenüber einer gleichmäßigen Kostenschwankung zeigt. Bei gegenläufigen Entwicklungen (z.B. sinkenden Strom- und steigenden Erdgaspreisen) können jedoch deutliche Effekte in beide Richtungen auftreten.

Der Biomethanbezug weist üblicherweise eine deutlich geringere Preissensitivität auf, da die Gleitklauseln sich nur zu geringen Anteilen am Wärmemarkt orientieren. Der variable Anteil ist wegen des großen Beitrags der (im EEG als konstant festgelegten) Stromvergütung sehr gering (z.B. 10 % Kopplung an den Heizölpreis).

Der Einfluss der Investition auf die Wärmeerzeugungskosten ist etwas geringer als der der Brennstoffpreise. Eine Steigerung wirkt sich hier stärker aus als bei den Holzvarianten.

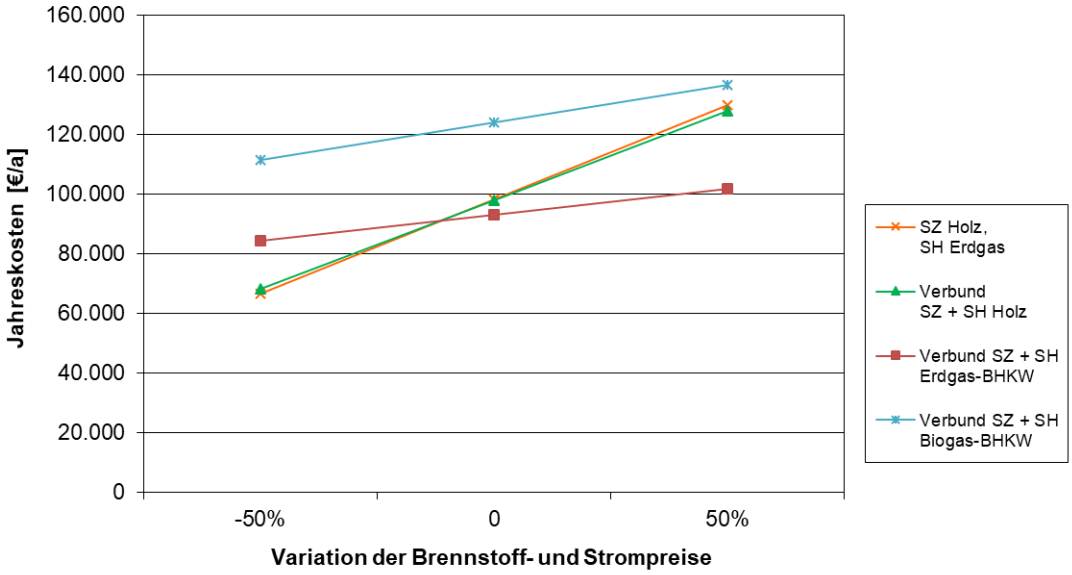


Bild 4.2: Sensitivitätsbetrachtung bei Variation der Brennstoff- und Strompreise

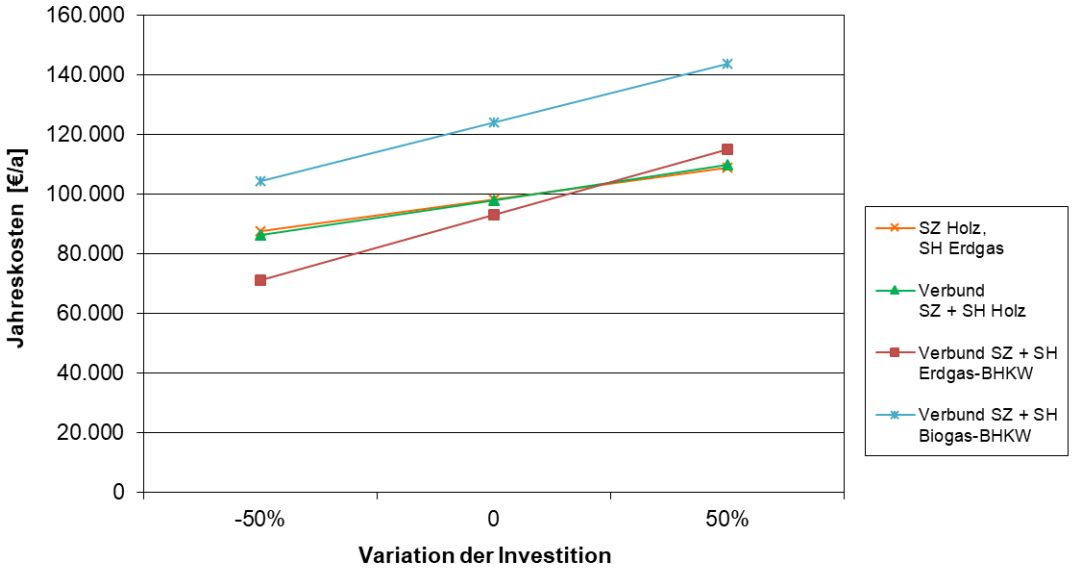


Bild 4.3: Sensitivitätsbetrachtung bei Variation der Investitionen

5. Emissionsbilanz

Die Bewertung der Umweltauswirkungen der betrachteten Techniken erfolgt unter Verwendung des Programms GEMIS[2]. Unter Einbeziehung der vorgelagerten Prozessketten (Anlagenerstellung, Brennstoffbereitstellung etc.) entsteht die in Tabelle 4.3 und Bild 4.4 dargestellte Bilanz.

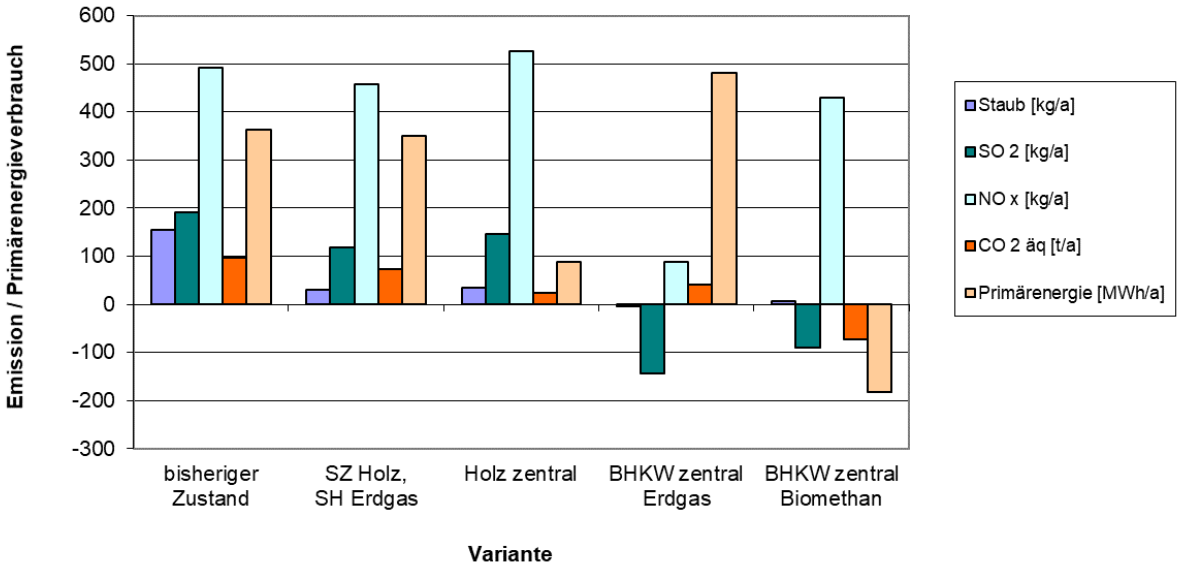


Bild 4.4: Schadstoffemissionen und Verbrauch fossiler Primärenergie der Varianten

	SO_2	NO_x	Staub	CO_2	Änderung der CO_2-Emissionen	fossile Primärenergie
	kg/a	kg/a	kg/a	t/a	---	GWh/a
bisherige Anlagen	192	493	154	97	---	362
Schulzentrum Holz, Sporthalle Erdgas	119	457	30	74	- 18 %	311
Schulzentrum und Sporthalle Holz	146	526	35	23	- 76 %	88
Schulzentrum und Sporthalle BHKW Erdgas	- 144	89	- 5	42	- 57 %	264
Schulzentrum und Sporthalle BHKW Biogas	- 90	430	7	- 74	- 200 %	- 400

Tabelle 3.5: Schadstoffemissionen und Verbrauch fossiler Primärenergie der Varianten

Die Erneuerung der Holzheizanlage führt durch einen höheren Nutzungsgrad und moderne Emissionsminderung ebenso wie der Ersatz des Heizölkessels der Sporthalle durch

2 "Gesamtemissionsmodell integrierter Systeme", Öko-Institut Freiburg und Universität Kassel

einen Erdgaskessel zu einer leichten Verringerung der Emissionen. Bei Anschluss der Sporthalle an die Holzheizanlage zeigt sich der Effekt der CO_2-neutralen Wärmeerzeugung. Die Emissionen von Staub, SO_2 und NO_X liegen dagegen brennstoffbedingt über dem Wert von Erdgas. Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass die Wärmeversorgung aus Holz im Vergleich mit den Hauptemittenten Straßenverkehr, Industrie, Kraftwerken und Landwirtschaft nur mit 3,8 % zu den Gesamtstaubemissionen beiträgt und dieser Anteil weitestgehend von handbefeuerten Anlagen verursacht wird.

Im Vergleich zur bisherigen Versorgung sinken die Staub- und SO_2-Emissionen ab, da der Heizölkessel in der Sporthalle ersetzt wird und der Holzkessel erneuert wird. Die 2015 in Kraft getretene Novellierung der 1. BImSchV betrifft auch bestehende Holzfeuerungen – wenn auch mit einer Übergangsfrist. Der bisher geltende Grenzwert der Staubemissionen betrug 100 mg/m³. Anlagen, die zwischen 1985 und 1994 in Betrieb gegangen sind, müssen während der bis zum 31.12.20 dauernden Übergangsfrist einen Wert von 100 mg/m³ einhalten. Danach gilt wie bei Neuanlagen ein Grenzwert von 20 mg/m³. Er ist in den meisten Fällen nur mit nachgeschalteten Elektro- oder Gewebefiltern einzuhalten, die bei Neuanlagen Teil des Lieferumfangs sind.

Bei der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung wird die in Kraftwerken vermiedene Stromerzeugung durch eine Gutschrift berücksichtigt und führt zu einer deutlichen Senkung der SO_2- und CO_2-Emissionen sowie des Primärenergieverbrauchs[3]. Die NO_X-Emissionen liegen beim Einsatz von Biomethan brennstoffbedingt höher als bei Erdgas-BHKW. Dort sind durch den Aufwand zur Aufbereitung und Einspeisung des Biogases auch höhere Emissionen von klassischen Schadstoffen als beim Einsatz von Rohbiogas zu verzeichnen.

Die Primärenergiebilanz zeigt den Vorteil der nachwachsenden Rohstoffe und die Verdrängung fossiler Energieträger. In der Gesamtsicht führt die Kraft-Wärme-Kopplung mit einem erneuerbaren Energieträger (Biomethan-BHKW) zur größten Umweltentlastung. Das Erdgas-BHKW und die Holzheizanlage sind unterschiedlich zu bewerten. Geringeren Emissionen klassischer Luftschadstoffe beim BHKW stehen die niedrigeren Werte bei CO_2 und fossiler Primärenergie des Holzkessels als Leitgrößen des Klimaschutzes gegenüber.

6. Betreibermodell

Für die Stadt Melle bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten für die zukünftige Wärmeversorgung des Schulzentrums:

[3] Wenn die vermiedenen Emissionen die verursachten Emissionen übersteigen, wird dies als negativer Wert ausgewiesen.

- Bau und Betrieb der Kesselanlage in eigener Regie
- Wärmebezug von einem Energiedienstleister

Klassischerweise betreibt ein Gebäudeeigentümer die dazugehörige Kesselanlage selbst. Er ist für Planung, Bau, Betrieb und Brennstoffbezug verantwortlich, hat dabei aber auch die volle Gestaltungsfreiheit.

Beim sog. Contracting übernimmt ein Betreiber für eine vertraglich festgelegte Zeit die Wärmeversorgung eines Objektes und liefert dem Kunden Wärme, die bei der Übernahme in das lokale Verteilnetz gemessen und abgerechnet wird. Er ist für die gesamte Vertragslaufzeit allein für die bedarfsgerechte Bereitstellung der Wärme verantwortlich und übernimmt den gesamten Anlagenbetrieb einschließlich Wartung, Störungsbehebung, Instandhaltung, Brennstoffeinkauf und Abrechnung. Diese Dienstleistung wird über die bezogene Wärmemenge abgerechnet. Veränderungen in der Nutzung und der Witterung gehen also zu Lasten des Kunden, während ein ineffizienter Anlagenbetrieb vom Contractor zu tragen ist. Neben herkömmlichen Energieversorgungsunternehmen ist eine große Zahl von spezialisierten Dienstleistungsunternehmen am Markt tätig.

Die Kommunen können in der Ausschreibung des Wärmebezugs die Qualität der bezogenen Leistung genau beschreiben. Dies bedeutet z.B. die Festlegung auf Wärme aus Holzenergie oder Kraft-Wärme-Kopplung. Kriterien, die den Bieterkreis einschränken, wie z.B. die regionale Herkunft der Biomasse, sind jedoch nicht zulässig. Eine gute Ausschreibung sollte die Wärmelieferung so genau wie möglich beschreiben, um den Kundenwunsch umzusetzen, den Bietern aber andererseits ausreichende Freiheitsgrade lassen, um ihre Potenziale für eine kostengünstige Anlagenrealisierung zu ermöglichen.

Betrieb von Heizungsanlage in Eigenregie	**Wärmebezug von Energiedienstleister**
Bereitstellung von Investitionsmitteln	Vermeidung von Investitionen
Betreuung von Planung, Bau, Betrieb und Brennstoffbezug	komplette Dienstleistung – Finanzierung, Bau, Betrieb, Brennstoffbezug
Personalverantwortung	Erschließung von Effizienzpotentialen durch Nutzung von externem Know-how
öffentliche Abnehmer: Vergabe nach VOB	verlängerte Gewährleistungszeiten
	öffentliche Abnehmer: Vergabe nach VOL

Tabelle 6.1: Vergleich Eigenbetrieb/Wärmelieferung

Tabelle 6.1 gibt einen Überblick der wichtigsten Merkmale der Betreiberformen. Contracting-Modelle werden vor allem dann gewählt, wenn Investitionen und Betreuungsaufwand vermieden werden sollen und/oder wenig technologisches Know how besteht. Über die wirtschaftlichen Vor- und Nachteile ist keine allgemeingültige Aussage möglich. Im Fall der Holzenergie ist jedoch der verringerte Mehrwertsteuersatz von 7 % bei direktem Brennstoffbezug der Kommune von den Waldbesitzern anzumerken, während die Brennstoffkosten als Teil des Wärmebezugs mit 19 % belegt werden. Die Kosten-

senkungspotenziale der spezialisierten Dienstleister liegen in der Rationalisierung bei Planung, Bau und Betrieb mehrerer vergleichbarer Anlagen.

7. Diskussion und Empfehlung

Die Untersuchung betrachtet den Anschluss der Sporthalle an die Heizzentrale des Schulzentrums Melle-Buer und vergleicht die Erneuerung der Holzheizanlage mit einem Blockheizkraftwerk, das mit Erdgas oder Biomethan betrieben wird.

Die gemeinsame Versorgung von Schulzentrum und Sporthalle reduziert den Aufwand für die Anlageninstallation und die Anlagenbetreuung. Sie erhöht den Anteil regenerativer Wärmeerzeugung und führt zu gleichen Jahreskosten wie die separate Versorgung.

Der wirtschaftliche Vergleich ist von mehreren Einflüssen geprägt: Die Zuschüsse aus den Bundesförderprogrammen reduzieren die Investition der Holzheizanlage deutlich, die verbleibenden Kapitalkosten und die höheren Betriebskosten werden durch die verringerten Brennstoffkosten ausgeglichen. Bei einem Erdgas-BHKW setzt sich der Stromerlös aus den vermiedenen Bezugskosten bei der Eigenverwendung und dem Einspeiseerlös der Überschussmenge zusammen. Bei einem Biomethan-BHKW steht der höheren Umweltentlastung ein deutlich höherer Brennstoffpreis gegenüber.

Neben den wirtschaftlichen und umweltseitigen Aspekten spielen bei der Entscheidung auch die qualitativen Unterschiede der Varianten eine Rolle (s. Tabelle 7.1).

	Holzkessel	**Erdgas-BHKW Erdgas-Kessel**	**Biomethan-BHKW Erdgas-Kessel**
Energieträger	erneuerbar	fossil	erneuerbar + fossil
Investition	mäßig	hoch	hoch
wirtschaftliche Einflussgrößen	Holzpreis	Erdgaspreis	Biomethanpreis Erdgaspreis
Abhängigkeit von Strom- und Brennstoffpreisschwankungen	mäßig	gering	hoch
Bedienaufwand	mäßig	gering	gering
Versorgungssicherheit	hoch	hoch	hoch
lokale Wertschöpfung	hoch	gering	gering
Nutzung regionaler Brennstoffe	hoch	keine	keine
Umweltentlastung	hoch	mäßig	sehr hoch

Tabelle 7.1: Qualitative Bewertung der Varianten

3N empfiehlt der Stadt Melle den Anschluss der Sporthalle an die Wärmeversorgung des Schulzentrums. Die Installation eines Erdgas-BHKW und Erneuerung der Holzheizanlage führen zu vergleichbaren Umweltentlastungen und Jahreskosten. Das Erdgas-BHKW

schafft größere Sicherheit gegenüber Energiepreisschwankungen, ist aber empfindlicher gegenüber einer erhöhten Investition und erfordert den Aufwand der direkten Stromnutzung und der Erdgassteuerrückerstattung. Die Holzheizanlage leistet einen größeren Beitrag zum Klimaschutz, ihre Alleinstellungsmerkmale sind die Weiterverwendung der bestehenden Infrastruktur für Brennstofflagerung und -zuführung sowie der Einsatz des regionalen erneuerbaren Energieträgers.

8. Anhang

Berechnung der jährlichen Wärmeerzeugungskosten nach VDI 2067 und Kostenschätzungen gemäß DIN 276:

- Versorgung der Sporthalle aus einem Erdgaskessel
- Versorgung des Schulzentrums aus einer Holzheizanlage
- gemeinsame Versorgung der Gebäude aus einer Holzheizanlage
- gemeinsame Versorgung der Gebäude aus einem Erdgas-BHKW
- gemeinsame Versorgung der Gebäude aus einem Biomethan-BHKW

Wärmeerzeugungskosten

Projekt: **Stadt Melle**

Gebäude: **Sporthalle**

Energieträger: **Erdgas**

Basisdaten

Wärmebedarf	160	kW		
Wärmeverbrauch	209	MWh/a		
Netzverluste	0	%	0	MWh/a
Wärmeerzeugung	209	MWh/a		
Betrachtungszeitraum	20	a		

Technische Daten der Wärmeerzeuger

	Gaskessel	Ölkessel	Holzkessel	BHKW	Summe
thermische Leistung	160 kW	0 kW	0 kW	0 kW	160 kW
Jahresnutzungsgrad	96%	94%	85%	88%	
Anteil an der Wärmearbeit	100%	0%	0%	0%	100%
Verhältnis Ho/Hu	1,11	1,06	1,00	1,11	
Brennstoffmenge	242 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	242 MWh/a

Investition, Abschreibung und Instandhaltung

Kostenschätzung	nach DIN 276	Investition	Tilgung	Instandhaltung
100 Grundstück		0 €	0 €/a	0 €/a
200 Herrichten und Erschließen insgesamt		3.000 €	100 €/a	15 €/a
300 Bauwerk - Baukonstruktionen		3.000 €	117 €/a	20 €/a
400 Bauwerk - Technische Anlagen		40.000 €	2.150 €/a	625 €/a
500 Außenanlagen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
600 Ausstattung und Kunstwerke		0 €	0 €/a	0 €/a
700 Baunebenkosten		12.300 €	615 €/a	0 €/a
19% Mehrwertsteuer		11.077 €	567 €/a	125 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)		**69.377 €**	**3.548 €/a**	**785 €/a**
Gesamt ohne Förderung (brutto)		**69.377 €**	**3.548 €/a**	**785 €/a**

Finanzierungskosten

		Kreditlaufzeit	Zins	tilgungsfreie Jahre	mittlere Zinsbelastung
Bundesförderprogramm	0 €	10 a	2,0%	2 a	0 €/a
(100 % der Investitionen für Holzkomp.)					
Bankdarlehen	69.377 €	10 a	3,0%	0 a	520 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)	**69.377 €**				**520 €/a**

Brennstoffkosten

Erdgasbezugskosten [aktueller Wert inkl. CO2-Bepreisung]

Grundpreis (netto)						0 €/a
Arbeitspreis (netto)	242	MWh/a	x	54,51	€/MWh(Hs) =	13.171 €/a
19% Mehrwertsteuer						2.503 €/a
Brennstoffbezugskosten gesamt						**15.674 €/a**

Wartung, Bedienung

Wartung						
Heizungsanlagenwartung	400 €/a					
Schornsteinfegergebühren	100 €/a					
Zwischensumme	*500 €/a*					500 €/a
Hilfsenergien						
Stromkosten	193	kWh	x	20,17	Ct/kWh =	39 €/a
19% Mehrwertsteuer						102 €/a
Gesamt (brutto)						**641 €/a**
Personalkosten						
Bedienung	35.000	€ Jahresgehalt	x	20	h/a =	**389 €/a**
Verwaltung	45.000	€ Jahresgehalt	x	0	h/a =	**0 €/a**
Versicherungen						
Anlagentechnik	0,5%	der Investition	von	46.000 €		230 €/a
7% Versicherungssteuer						16 €/a
Gesamt (brutto)						**246 €/a**

Ergebnis

Kapitalkosten ohne Förderung	4.068 €/a	1,95 Ct/kWh	19%
Brennstoffkosten	15.674 €/a	7,50 €/MWh	72%
Betriebskosten	2.062 €/a	0,99 Ct/kWh	9%
Jahreskosten ohne Förderung (brutto)	**21.804 €/a**	**10,43 Ct/kWh**	

Kostengruppen nach DIN 276 Sporthalle Erdgas			Menge	Einheit	Einzel - kosten	Währung	Einheit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
200		**Herrichten und Erschließen**									**3.000 €**
220		**Öffentliche Erschließung**								**3.000 €**	
223		Gasversorgung							3.000 €		
	1	Erdgasanschluss	1	Stck.	3.000	€ / Stck.		3.000 €			
300		**Bauwerk - Baukonstruktionen**									**3.000 €**
370		**Baukonstruktive Einbauten**								**2.000 €**	
379		Baukonstruktive Einbauten, sonstiges							2.000 €		
	1	Baunebenarbeiten	1	pausch.	2.000	€ / pausch.		2.000 €			
390		**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**								**1.000 €**	
394		Abbruchmaßnahmen							1.000 €		
	1	Demontage Altanlage	1	pausch.	1.000	€ / pausch.		1.000 €			
400		**Bauwerk - Technische Anlagen**									**40.000 €**
420		**Wärmeversorgungsanlagen**								**40.000 €**	
421		Wärmeerzeugungsanlagen							38.500 €		
	1	Erdgaskessel incl. Brenner und Zubehör 160 kW	1	Stck.	29.000	€ / Stck.		29.000 €			
	2	Elektroinstallation	1	pausch.	3.000	€ / pausch.		3.000 €			
	3	Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen	1	pausch.	4.000	€ / pausch.		4.000 €			
	4	Einbindung in Mess- und Regeltechnik	1	pausch.	2.500	€ / pausch.		2.500 €			
429		Sonstiges							1.500 €		
	1	Schornsteinanbindung Erdgaskessel	10	m	150	€ / m		1.500 €			
700		**Baunebenkosten**									**12.300 €**
730		**Architekten- und Ingenieurleistungen**								**12.300 €**	
734		Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen							321 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	321	€ / Stck.		321 €			
735		Tragwerkplanung							226 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	226	€ / Stck.		226 €			
736		Technische Ausrüstung							11.753 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	11.753	€ / Stck.		11.753 €			
										Kontrolle	Kontrolle
		Summe Baukosten inkl. Nebenkosten							58.300 €	58.300 €	58.300 €
		+ 19% Mehrwertsteuer							11.077 €	11.077 €	11.077 €
		zur Rundung							0 €	0 €	0 €
		Summe Baukosten und Nebenkosten							69.377 €	**69.377 €**	**69.377 €**

Wärmeerzeugungskosten

Projekt: **Stadt Melle**

Gebäude: **Schulzentrum**

Energieträger: **Hackschnitzel**

Basisdaten

Wärmebedarf	680 kW		
Wärmeverbrauch	956 MWh/a		
Netzverluste	0 %	0 MWh/a	
Wärmeerzeugung	956 MWh/a		
Betrachtungszeitraum	20 a		

Technische Daten der Wärmeerzeuger

	Gaskessel	Ölkessel	Holzkessel	BHKW	Summe
thermische Leistung	0 kW	0 kW	700 kW	0 kW	700 kW
Jahresnutzungsgrad	96%	94%	85%	88%	
Anteil an der Wärmearbeit	0%	0%	100%	0%	100%
Verhältnis Ho/Hu	1,11	1,06	1,00	1,11	
Brennstoffmenge	0 MWh/a	0 MWh/a	1.124 MWh/a	0 MWh/a	1.124 MWh/a

Investition, Abschreibung und Instandhaltung

Kostenschätzung	nach DIN 276	Investition	Tilgung	Instandhaltung
100 Grundstück		0 €	0 €/a	0 €/a
200 Herrichten und Erschließen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
300 Bauwerk - Baukonstruktionen		11.700 €	410 €/a	156 €/a
400 Bauwerk - Technische Anlagen		317.000 €	16.357 €/a	4.614 €/a
500 Außenanlagen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
600 Ausstattung und Kunstwerke		0 €	0 €/a	0 €/a
700 Baunebenkosten		57.922 €	2.896 €/a	0 €/a
19% Mehrwertsteuer		73.458 €	3.736 €/a	906 €/a
Zuschuss Holzheizanlage Bundesförderprog. 35 %		-161.028 €	-8.051 €/a	0 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)		**299.052 €**	**15.347 €/a**	**5.676 €/a**
Gesamt ohne Förderung (brutto)		**460.081 €**	**23.399 €/a**	**5.676 €/a**

Finanzierungskosten

		Kreditlaufzeit	Zins	tilgungsfreie Jahre	mittlere Zinsbelastung
Bundesförderprogramm	299.052 €	10 a	2,0%	2 a	1.794 €/a
(100 % der Investitionen für Holzkomp.)					
Bankdarlehen	0 €	10 a	3,0%	0 a	0 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)	**299.052 €**				**1.794 €/a**

Brennstoffkosten

Holzbezugskosten

Anteil	Holzpellets	0%	Waldrestholz	100%	
Heizwert	4,8 kWh/kg	3.250 kWh/Sm³	2,7 kWh/kg	760 kWh/Sm³	
Verbrauch	0 t/a	0 Sm³/a	416 t/a	1.479 Sm³/a	
LKW (Pellet 5 t / Hackschnitzel 15 m³)		0 LKW/a		99 LKW/a	
Dichte		0,0 Sm³/t		3,6 Sm³/t	
Holzpreis	220 €/t	156 €/Sm³	107 €/t	30 €/Sm³	
Holzbezugskosten	48 €/MWh	0 €/a	39 €/MWh	44.378 €/a	44.378 €/a
7% Mehrwertsteuer					3.106 €/a
19% Mehrwertsteuer					0 €/a
Brennstoffbezugskosten gesamt					**47.484 €/a**

Wartung, Bedienung

Wartung

Heizungsanlagenwartung	0 €/a				
Schornsteinfegergebühren	200 €/a				
Zwischensumme	*200 €/a*				200 €/a
Hilfsenergien					
Stromkosten	8.994 kWh	x	24,00 Ct/kWh	=	2.159 €/a
Sonstiges					
Ascheentsorgung	416 t/a	x 0 €/t	x Anteil 1,5%		0 €/a
Instandhaltung Wärmenetz Schulzentrum Bestand		62.000 € (1996)	2,0%		1.240 €/a
19% Mehrwertsteuer					684 €/a
Gesamt (brutto)					**4.282 €/a**

Personalkosten

Bedienung (in Brennstoffkosten enthalten)	35.000 € Jahresgehalt	x	180 h/a	=	**0 €/a**
Verwaltung	45.000 € Jahresgehalt	x	0 h/a	=	**0 €/a**

Versicherungen				
Anlagentechnik	0,5%	der Investition	von 328.700 €	1.644 €/a
7% Versicherungssteuer				115 €/a
Gesamt (brutto)				**1.759 €/a**

Ergebnis			
Kapitalkosten mit Förderung	17.142 €/a	1,79 Ct/kWh	22%
Kapitalkosten ohne Förderung	25.193 €/a	2,64 Ct/kWh	
Brennstoffkosten	47.484 €/a	4,97 €/MWh	62%
Betriebskosten	11.717 €/a	1,23 Ct/kWh	15%
Jahreskosten mit Förderung (brutto)	**76.343 €/a**	**7,99 Ct/kWh**	
Jahreskosten ohne Förderung (brutto)	**84.394 €/a**	**8,83 Ct/kWh**	

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum Hackschnitzel			Menge	Einheit	Einzel - kosten	Währung	Einheit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
300		**Bauwerk - Baukonstruktionen**									**11.700 €**
320		**Gründung**								**4.500 €**	
322		Flachgründung							4.500 €		
	1	Gründung für Pufferspeicher	15	m²	300	€ / m²		4.500 €			
370		**Baukonstruktive Einbauten**								**7.200 €**	
379		Baukonstruktive Einbauten, sonstiges							7.200 €		
	1	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeaußenwände	1	pausch.	1.200	€ / pausch.		1.200 €			
	2	Baunebenarbeiten	2	pausch.	3.000	€ / pausch.		6.000 €			
400		**Bauwerk - Technische Anlagen**									**317.000 €**
420		**Wärmeversorgungsanlagen**								**317.000 €**	
421		Wärmeerzeugungsanlagen							313.400 €		
	1	Elektroinstallation	2	pausch.	4.000	€ / pausch.		8.000 €			
	2	Hackschnitzelkessel 350 kW	2	Stck.	127.000	€ / Stck.		254.000 €			
	3	Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen	2	pausch.	9.200	€ / pausch.		18.400 €			
	4	Pufferspeicher 25.000 l	1	Stck.	22.000	€ / Stck.		22.000 €			
	5	Einbindung Pufferspeicher	1	pausch.	5.000	€ / pausch.		5.000 €			
	6	Einbindung in Mess- und Regeltechnik	1	pausch.	6.000	€ / pausch.		6.000 €			
429		Sonstiges							3.600 €		
	1	Schornsteinanbindung Hackschnitzelkessel	20	m	180	€ / m		3.600 €			
700		**Baunebenkosten**									**57.922 €**
730		**Architekten- und Ingenieurleistungen**								**57.922 €**	
734		Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen							1.877 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	1.877	€ / Stck.		1.877 €			
735		Tragwerkplanung							1.289 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	1.289	€ / Stck.		1.289 €			
736		Technische Ausrüstung							54.756 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	54.756	€ / Stck.		54.756 €			
										Kontrolle	Kontrolle
		Summe Baukosten inkl. Nebenkosten							386.622 €	386.622 €	386.622 €
		+ 19% Mehrwertsteuer							73.458 €	73.458 €	73.458 €
		zur Rundung							0 €	0 €	0 €
		Summe Baukosten und Nebenkosten							460.081 €	**460.081 €**	**460.081 €**

Wärmeerzeugungskosten

Projekt: **Stadt Melle**

Gebäude: **Schulzentrum + Sporthalle**

Energieträger: **Hackschnitzel**

Basisdaten

Wärmebedarf	840	kW		
Wärmeverbrauch	1.165	MWh/a		
Netzverluste	0	%	39	MWh/a
Wärmeerzeugung	1.204	MWh/a		
Betrachtungszeitraum	20	a		

Technische Daten der Wärmeerzeuger

	Gaskessel	Ölkessel	Holzkessel	BHKW	Summe
thermische Leistung	0 kW	0 kW	850 kW	0 kW	850 kW
Jahresnutzungsgrad	96%	94%	85%	88%	
Anteil an der Wärmearbeit	0%	0%	100%	0%	100%
Verhältnis Ho/Hu	1,11	1,06	1,00	1,11	
Brennstoffmenge	0 MWh/a	0 MWh/a	1.416 MWh/a	0 MWh/a	1.416 MWh/a

Investition, Abschreibung und Instandhaltung

Kostenschätzung	nach DIN 276	Investition	Tilgung	Instandhaltung
100 Grundstück		0 €	0 €/a	0 €/a
200 Herrichten und Erschließen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
300 Bauwerk - Baukonstruktionen		17.100 €	680 €/a	178 €/a
400 Bauwerk - Technische Anlagen		430.800 €	22.262 €/a	5.983 €/a
500 Außenanlagen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
600 Ausstattung und Kunstwerke		0 €	0 €/a	0 €/a
700 Baunebenkosten		75.877 €	3.794 €/a	0 €/a
19% Mehrwertsteuer		99.518 €	5.080 €/a	1.171 €/a
Schulderlass Wärmeleitung Bundesförderprog. 60 €/m		-15.000 €	-750 €/a	0 €/a
Zuschuss Holzheizanlage Bundesförderprog. 35 % (exkl. Wärmeleitung		-195.683 €	-9.784 €/a	0 €/a
Schulderlass Wärmeleitung Bundesförderprog. 1800 €/Anschluss		-1.800 €	-90 €/a	0 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)		**410.812 €**	**21.191 €/a**	**7.332 €/a**
Gesamt ohne Förderung (brutto)		**623.295 €**	**31.815 €/a**	**7.332 €/a**

Finanzierungskosten

		Kreditlaufzeit	Zins	tilgungsfreie Jahre	mittlere Zinsbelastung
Bundesförderprogramm	410.812 €	10 a	2,0%	2 a	2.465 €/a
(100 % der Investitionen für Holzkomp.)					
Bankdarlehen	0 €	10 a	3,0%	0 a	0 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)	**410.812 €**				**2.465 €/a**

Brennstoffkosten

Holzbezugskosten

Anteil	Holzpellets	0%	Waldrestholz	100%	
Heizwert	4,8 kWh/kg	3.250 kWh/Sm³	2,7 kWh/kg	760 kWh/Sm³	
Verbrauch	0 t/a	0 Sm³/a	525 t/a	1.864 Sm³/a	
LKW (Pellet 5 t / Hackschnitzel 15 m³)		0 LKW/a		124 LKW/a	
Dichte		0,0 Sm³/t		3,6 Sm³/t	
Holzpreis	220 €/t	156 €/Sm³	107 €/t	30 €/Sm³	
Holzbezugskosten	48 €/MWh	0 €/a	39 €/MWh	55.913 €/a	55.913 €/a
7% Mehrwertsteuer					3.914 €/a
19% Mehrwertsteuer					0 €/a
Brennstoffbezugskosten gesamt					**59.827 €/a**

Wartung, Bedienung

Wartung

Heizungsanlagenwartung	0 €/a						
Schornsteinfegergebühren	200 €/a						
Zwischensumme	*200 €/a*						200 €/a
Hilfsenergien							
Stromkosten Wärmeerzeugung/-verteilung	12.536	kWh	x	20,17	Ct/kWh	=	2.528 €/a
Stromkosten Nacherwärmung Ww. Sportha	600	kWh	x	20,17	Ct/kWh	=	121 €/a
Sonstiges							
Ascheentsorgung	525 t/a		x 0 €/t	x Anteil	1,5%		0 €/a
Instandhaltung Wärmenetz Schulzentrum Bestand			62.000 € (1996)		2,0%		1.240 €/a
19% Mehrwertsteuer							777 €/a
Gesamt (brutto)							**4.866 €/a**

Personalkosten

Bedienung (in Brennstoffkosten enthalten)	35.000	€ Jahresgehalt x	200	h/a	=	**0 €/a**
Verwaltung	45.000	€ Jahresgehalt x	0	h/a	=	**0 €/a**
Versicherungen						
Anlagentechnik	0,5%	der Investition	von		447.900 €	2.240 €/a
7% Versicherungssteuer						157 €/a
Gesamt (brutto)						**2.396 €/a**

Ergebnis			
Kapitalkosten mit Förderung	23.656 €/a	2,03 Ct/kWh	24%
Kapitalkosten ohne Förderung	34.280 €/a	2,94 Ct/kWh	
Brennstoffkosten	59.827 €/a	5,14 €/MWh	61%
Betriebskosten	14.594 €/a	1,25 Ct/kWh	15%
Jahreskosten mit Förderung (brutto)	**98.077 €/a**	**8,42 Ct/kWh**	
Jahreskosten ohne Förderung (brutto)	**108.701 €/a**	**9,33 Ct/kWh**	

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum + Sporthalle Hackschnitzel			Menge	Einheit	Einzel - kosten	Währung	Einheit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
300		**Bauwerk - Baukonstruktionen**									**17.100 €**
320		**Gründung**								**4.500 €**	
322		Flachgründung							4.500 €		
	1	Gründung für Pufferspeicher	15	m²	300	€ /	m²	4.500 €			
370		**Baukonstruktive Einbauten**								**11.600 €**	
379		Baukonstruktive Einbauten, sonstiges							11.600 €		
	1	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeaußenwände	3	pausch.	1.200	€ /	pausch.	3.600 €			
	2	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeinnenwände	4	pausch.	500	€ /	pausch.	2.000 €			
	3	Baunebenarbeiten	2	pausch.	3.000	€ /	pausch.	6.000 €			
390		**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**								**1.000 €**	
394		Abbruchmaßnahmen							1.000 €		
	1	Demontage Altanlage Sporthalle	1	pausch.	1.000	€ /	pausch.	1.000 €			
400		**Bauwerk - Technische Anlagen**									**430.800 €**
420		**Wärmeversorgungsanlagen**								**430.800 €**	
421		Wärmeerzeugungsanlagen							363.000 €		
	1	Elektroinstallation	1	pausch.	5.000	€ /	pausch.	5.000 €			
	2	Hackschnitzelkessel 425 kW	2	Stck.	150.000	€ /	Stck.	300.000 €			
	3	Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen	2	pausch.	10.000	€ /	pausch.	20.000 €			
	4	Pufferspeicher 30.000 l	1	Stck.	27.000	€ /	Stck.	27.000 €			
	5	Einbindung Pufferspeicher	1	pausch.	5.000	€ /	pausch.	5.000 €			
	6	Einbindung in Mess- und Regeltechnik	1	pausch.	6.000	€ /	pausch.	6.000 €			
422		Wärmeverteilnetz							64.200 €		
	1	Wärmemengenzähler 40 - 150 kW	1	Stck.	700	€ /	Stck.	700 €			
	2	Einbindung Sporthalle	1	Stck.	4.000	€ /	Stck.	4.000 €			
	3	Warmwasserspeicher Sporthalle elektrische Nacherwärmung	1	Stck.	3.000	€ /	Stck.	3.000 €			
	4	Wärmeleitung DN 65 Schulzentrum - Sporthalle (Straße)	140	m	220	€ /	m	30.800 €			
	5	Wärmeleitung DN 65 Schulzentrum - Sporthalle (Rasen)	110	m	170	€ /	m	18.700 €			
	6	Wärmeleitung DN 65 Sporthalle kellerverlegt	50	m	90	€ /	m	4.500 €			
	7	Einbindung in Mess- und Regeltechnik Sporthalle	1	pausch.	2.500	€ /	pausch.	2.500 €			
429		Sonstiges							3.600 €		
	1	Schornsteinanbindung Hackschnitzelkessel	20	m	180	€ /	m	3.600 €			
700		**Baunebenkosten**									**75.877 €**
730		**Architekten- und Ingenieurleistungen**								**75.877 €**	
734		Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen							2.262 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	2.262	€ /	Stck.	2.262 €			
735		Tragwerkplanung							1.505 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	1.505	€ /	Stck.	1.505 €			

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum + Sporthalle Hackschnitzel	Menge	Ein-heit	Einzel - kosten	Währ-ung	Ein-heit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
736		Technische Ausrüstung					72.110 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	72.110	€ / Stck.	72.110 €		
								Kontrolle	Kontrolle
		Summe Baukosten inkl. Nebenkosten					523.777 €	523.777 €	523.777 €
		+ 19% Mehrwertsteuer					99.518 €	99.518 €	99.518 €
		zur Rundung					0 €	0 €	0 €
		Summe Baukosten und Nebenkosten					623.295 €	**623.295 €**	**623.295 €**

Wärmeerzeugungskosten

Projekt: **Stadt Melle**

Gebäude: **Schulzentrum + Sporthalle**

Energieträger: **BHKW Erdgas**

Basisdaten

Wärmebedarf	840	kW		
Wärmeverbrauch	1.165	MWh/a		
Netzverluste	0	%	39	MWh/a
Wärmeerzeugung	1.204	MWh/a		
Betrachtungszeitraum	20	a		

Technische Daten der Wärmeerzeuger

	Gaskessel	Ölkessel	Holzkessel	BHKW	Summe
thermische Leistung	800 kW	0 kW	0 kW	200 kW	1.000 kW
elektrische Leistung	-	-	-	120 kW	
Jahresnutzungsgrad	96%	94%	85%	88%	
Anteil an der Wärmearbeit	35%	0%	0%	65%	100%
Verhältnis Ho/Hu	1,11	1,06	1,00	1,11	
Brennstoffmenge	487 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	987 MWh/a	1.474 MWh/a

Investition, Abschreibung und Instandhaltung

Kostenschätzung	nach DIN 276	Investition	Tilgung	Instandhaltung
100 Grundstück		0 €	0 €/a	0 €/a
200 Herrichten und Erschließen insgesamt		54.300 €	2.715 €/a	1.086 €/a
300 Bauwerk - Baukonstruktionen		15.600 €	630 €/a	148 €/a
400 Bauwerk - Technische Anlagen		381.700 €	26.773 €/a	8.562 €/a
500 Außenanlagen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
600 Ausstattung und Kunstwerke		0 €	0 €/a	0 €/a
700 Baunebenkosten		82.795 €	4.140 €/a	0 €/a
19% Mehrwertsteuer		101.535 €	6.509 €/a	1.861 €/a
Zuschuss KWK-Gesetz Wärmeleitung		-19.800 €	-990 €/a	0 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)		**616.130 €**	**39.777 €/a**	**11.657 €/a**
Gesamt ohne Förderung (brutto)		**635.930 €**	**40.767 €/a**	**11.657 €/a**

Finanzierungskosten

		Kreditlaufzeit	Zins	tilgungsfreie Jahre	mittlere Zinsbelastung
Bundesförderprogramm	475.710 €	10 a	2,0%	2 a	2.854 €/a
(100 % der Investitionen für BHKW-Komp.)					
Bankdarlehen	140.420 €	10 a	3,0%	0 a	1.053 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)	**616.130 €**				**3.907 €/a**

Brennstoffkosten

Erdgasbezugskosten [aktueller Wert inkl. CO2-Bepreisung]

Grundpreis (netto)						0 €/a
Arbeitspreis Kessel (netto)	487	MWh/a	x	54,51	€/MWh(Hs) =	26.557 €/a
Arbeitspreis BHKW (netto)	987	MWh/a	x	49,01	€/MWh(Hs) =	48.375 €/a
19% Mehrwertsteuer						14.237 €/a
Brennstoffbezugskosten gesamt						**89.169 €/a**

Strombilanz BHKW

Stromerzeugung/-verbrauch	Bedarf	Eigennutzung	Einspeisung	Restbezug	Erzeugung
Hochtarifzeit	75.880	58.176	196.090	17.704	254.266
Niedertarifzeit	30.620	23.736	218.841	6.884	242.576
Summe	106.500	81.912	414.931	24.588	496.842
Leistung	65			0	
Tarife					
Grundpreis	388			388	
Leistung	12,46			12,46	
Hochtarifzeit	19,17	2,70	4,50	19,17	
Niedertarifzeit	19,17	2,70	4,50	19,17	
Vergütung KWK-Gesetz		3,00	6,00		
Kosten (+) / Erträge (-) (netto)	21.610	-244	-43.568	5.101	-60.321
Mischpreis	20,29	-0,30	-10,50	20,75	
19% Mehrwertsteuer	4.106		-8.278	969	
Gesamt (brutto)	**25.716**	**-244**	**-51.846**	**6.070**	**-71.736**

-14,44

Wartung, Bedienung

Wartung							
Heizungsanlagenwartung	1.000 €/a						
BHKW-Wartung	8.943 €/a		1,8 Ct/kWh el				
Schornsteinfegergebühren	300 €/a						
Zwischensumme	*10.243 €/a*						10.243 €/a
Hilfsenergien							
Stromkosten Wärmeerzeugung/-verteilung	3.568	kWh	x	20,17	Ct/kWh	=	720 €/a
Stromkosten Nacherwärmung Ww. Sportha	600	kWh	x	20,17	Ct/kWh	=	121 €/a
Sonstiges							
Instandhaltung Wärmenetz Schulzentrum Bestand			62.000 € (1996)	2,0%			1.240 €/a
19% Mehrwertsteuer							2.342 €/a
Gesamt (brutto)							**14.665 €/a**
Personalkosten							
Bedienung	35.000	€ Jahresgehalt	x	150	h/a	=	**2.917 €/a**
Verwaltung	45.000	€ Jahresgehalt	x	15	h/a	=	**375 €/a**
Versicherungen							
Anlagentechnik	0,5%	der Investition	von	451.600 €			2.258 €/a
7% Versicherungssteuer							158 €/a
Gesamt (brutto)							**2.416 €/a**

Ergebnis

Kapitalkosten mit Förderung	43.685 €/a	3,75 Ct/kWh	47%
Kapitalkosten ohne Förderung	44.675 €/a	3,83 Ct/kWh	
Brennstoffkosten	89.169 €/a	7,65 €/MWh	96%
Stromkosten bzw. -erlöse	-71.736 €/a	-61,58 €/MWh	-77%
Betriebskosten	32.030 €/a	2,75 Ct/kWh	34%
Jahreskosten mit Förderung (brutto)	**93.148 €/a**	**8,00 Ct/kWh**	
Jahreskosten ohne Förderung (brutto)	**94.138 €/a**	**8,08 Ct/kWh**	

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum + Sporthalle BHKW Erdgas			Menge	Einheit	Einzel - kosten	Währung	Einheit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
200		**Herrichten und Erschließen**									**54.300 €**
230		**Nichtöffentliche Erschließung**								**54.300 €**	
235		Stromversorgung							54.300 €		
	1	Stromleitungen Erdverlegung	190	m	170	€ / m		32.300 €			
	2	Stromleitungen Innenverlegung	200	m	50	€ / m		10.000 €			
	3	Einbindung Stromverteilung	4	Stck.	3.000	€ / Stck.		12.000 €			
300		**Bauwerk - Baukonstruktionen**									**15.600 €**
320		**Gründung**								**3.000 €**	
322		Flachgründung							3.000 €		
	1	Gründung für Pufferspeicher	10	m²	300	€ / m²		3.000 €			
370		**Baukonstruktive Einbauten**								**11.600 €**	
379		Baukonstruktive Einbauten, sonstiges							11.600 €		
	1	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeaußenwände	3	pausch.	1.200	€ / pausch.		3.600 €			
	2	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeinnenwände	4	pausch.	500	€ / pausch.		2.000 €			
	3	Baunebenarbeiten	2	pausch.	3.000	€ / pausch.		6.000 €			
390		**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**								**1.000 €**	
394		Abbruchmaßnahmen							1.000 €		
	1	Demontage Altanlage Sporthalle	1	pausch.	1.000	€ / pausch.		1.000 €			
400		**Bauwerk - Technische Anlagen**									**381.700 €**
420		**Wärmeversorgungsanlagen**								**381.700 €**	
421		Wärmeerzeugungsanlagen							312.500 €		
	1	Erdgaskessel incl. Brenner und Zubehör 700 kW	1	Stck.	60.000	€ / Stck.		60.000 €			
	2	Elektroinstallation	1	pausch.	5.000	€ / pausch.		5.000 €			
	3	Blockheizkraftwerk 120 kW el / 200 kW th	1	Stck.	210.000	€ / Stck.		210.000 €			
	4	Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen	2	pausch.	9.000	€ / pausch.		18.000 €			
	5	Pufferspeicher 8.000 l	1	Stck.	9.000	€ / Stck.		9.000 €			
	6	Einbindung Pufferspeicher	1	pausch.	4.500	€ / pausch.		4.500 €			
	7	Einbindung in Mess- und Regeltechnik	1	pausch.	6.000	€ / pausch.		6.000 €			
422		Wärmeverteilnetz							64.200 €		
	1	Wärmemengenzähler 40 - 150 kW	1	Stck.	700	€ / Stck.		700 €			
	2	Einbindung Sporthalle	1	Stck.	4.000	€ / Stck.		4.000 €			
	3	Warmwasserspeicher Sporthalle elektrische Nacherwärmung	1	Stck.	3.000	€ / Stck.		3.000 €			
	4	Wärmeleitung DN 65 Schulzentrum - Sporthalle (Straße)	140	m	220	€ / m		30.800 €			
	5	Wärmeleitung DN 65 Schulzentrum - Sporthalle (Rasen)	110	m	170	€ / m		18.700 €			
	6	Wärmeleitung DN 65 Sporthalle kellerverlegt	50	m	90	€ / m		4.500 €			
	7	Einbindung in Mess- und Regeltechnik Sporthalle	1	pausch.	2.500	€ / pausch.		2.500 €			
429		Sonstiges							5.000 €		

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum + Sporthalle BHKW Erdgas			Menge	Ein-heit	Einzel - kosten	Währ-ung	Ein-heit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
	1	Schornstein BHKW inkl. Anbindung	20	m	150	€ /	m	3.000 €			
	2	Schornsteinanbindung Erdgaskessel	10	m	200	€ /	m	2.000 €			
700		**Baunebenkosten**									**82.795 €**
730		**Architekten- und Ingenieurleistungen**								**82.795 €**	
734		Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen							2.021 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	2.021	€ /	Stck.	2.021 €			
735		Tragwerkplanung							1.370 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	1.370	€ /	Stck.	1.370 €			
736		Technische Ausrüstung							79.404 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	79.404	€ /	Stck.	79.404 €			
										Kontrolle	Kontrolle
		Summe Baukosten inkl. Nebenkosten							534.395 €	534.395 €	534.395 €
		+ 19% Mehrwertsteuer							101.535 €	101.535 €	101.535 €
		zur Rundung							0 €	0 €	0 €
		Summe Baukosten und Nebenkosten							635.930 €	**635.930 €**	**635.930 €**

Wärmeerzeugungskosten

Projekt: **Stadt Melle**

Gebäude: **Schulzentrum + Sporthalle**

Energieträger: **BHKW Biogas**

Basisdaten

Wärmebedarf	840	kW	
Wärmeverbrauch	1.165	MWh/a	
Netzverluste	0	%	39 MWh/a
Wärmeerzeugung	1.204	MWh/a	
Betrachtungszeitraum	20	a	

Technische Daten der Wärmeerzeuger

	Gaskessel	Ölkessel	Holzkessel	BHKW	Summe
thermische Leistung	800 kW	0 kW	0 kW	200 kW	1.000 kW
elektrische Leistung	-	-	-	120 kW	
Jahresnutzungsgrad	96%	94%	85%	88%	
Anteil an der Wärmearbeit	35%	0%	0%	65%	100%
Verhältnis Ho/Hu	1,11	1,06	1,00	1,11	
Brennstoffmenge	487 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a	987 MWh/a	1.474 MWh/a

Investition, Abschreibung und Instandhaltung

Kostenschätzung	nach DIN 276	Investition	Tilgung	Instandhaltung
100 Grundstück		0 €	0 €/a	0 €/a
200 Herrichten und Erschließen insgesamt		2.000 €	100 €/a	40 €/a
300 Bauwerk - Baukonstruktionen		15.600 €	630 €/a	148 €/a
400 Bauwerk - Technische Anlagen		381.700 €	26.773 €/a	8.562 €/a
500 Außenanlagen insgesamt		0 €	0 €/a	0 €/a
600 Ausstattung und Kunstwerke		0 €	0 €/a	0 €/a
700 Baunebenkosten		68.199 €	3.410 €/a	0 €/a
19% Mehrwertsteuer		88.825 €	5.874 €/a	1.663 €/a
Zuschuss KWK-Gesetz Wärmeleitung		-19.800 €	-990 €/a	0 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)		**536.524 €**	**35.797 €/a**	**10.413 €/a**
Gesamt ohne Förderung (brutto)		**556.324 €**	**36.787 €/a**	**10.413 €/a**

Finanzierungskosten

		Kreditlaufzeit	Zins	tilgungsfreie Jahre	mittlere Zinsbelastung
Bundesförderprogramm	458.779 €	10 a	2,0%	2 a	2.753 €/a
(100 % der Investitionen für BHKW-Komp.)					
Bankdarlehen	77.745 €	10 a	3,0%	0 a	583 €/a
Gesamt mit Förderung (brutto)	**536.524 €**				**3.336 €/a**

Brennstoffkosten

Erdgasbezugskosten [aktueller Wert inkl. CO2-Bepreisung Erdgas]

Grundpreis (netto)						0 €/a
Arbeitspreis Kessel (netto)	487	MWh/a	x	54,51	€/MWh(Hs) =	26.557 €/a
Arbeitspreis BHKW (netto)	987	MWh/a	x	80,00	€/MWh(Hs) =	78.971 €/a
19% Mehrwertsteuer						20.050 €/a
Brennstoffbezugskosten gesamt						**125.579 €/a**

Strombilanz BHKW

Stromerzeugung/-verbrauch	Bedarf	Eigennutzung	Einspeisung	Restbezug	Erzeugung
Hochtarifzeit	75.880	0	254.266	75.880	254.266
Niedertarifzeit	30.620	0	242.576	30.620	242.576
Summe	106.500	0	496.842	106.500	496.842
Leistung	65			65	
Tarife					
Grundpreis	388			388	
Leistung	12,46			12,46	
Hochtarifzeit	19,17	2,70	12,05	19,17	
Niedertarifzeit	19,17	2,70	12,05	19,17	
Vergütung KWK-Gesetz		3,00			
Kosten (+) / Erträge (-) (netto)	21.610	0	-59.867	21.610	-59.867
Mischpreis	20,29		-12,05	20,29	
19% Mehrwertsteuer	4.106		-11.375	4.106	
Gesamt (brutto)	**25.716**	**0**	**-71.241**	**25.716**	**-71.241**

-14,34

Wartung, Bedienung

Wartung							
Heizungsanlagenwartung	1.000 €/a						
BHKW-Wartung	8.943 €/a		1,8 Ct/kWh el				
Schornsteinfegergebühren	300 €/a						
Zwischensumme	*10.243 €/a*						10.243 €/a
Hilfsenergien							
Stromkosten Wärmeerzeugung/-verteilung	3.568	kWh	x	20,17	Ct/kWh	=	720 €/a
Stromkosten Nacherwärmung Ww. Sportha	600	kWh	x	20,17	Ct/kWh	=	121 €/a
Sonstiges							
Instandhaltung Wärmenetz Schulzentrum Bestand			62.000 € (1996)	2,0%			1.240 €/a
19% Mehrwertsteuer							2.342 €/a
Gesamt (brutto)							**14.665 €/a**
Personalkosten							
Bedienung	35.000	€ Jahresgehalt	x	150	h/a	=	**2.917 €/a**
Verwaltung	45.000	€ Jahresgehalt	x	15	h/a	=	**375 €/a**
Versicherungen							
Anlagentechnik	0,5%	der Investition	von	399.300 €			1.997 €/a
7% Versicherungssteuer							140 €/a
Gesamt (brutto)							**2.136 €/a**

Ergebnis

Kapitalkosten mit Förderung	39.133 €/a	3,36 Ct/kWh	32%
Kapitalkosten ohne Förderung	40.123 €/a	3,44 Ct/kWh	
Brennstoffkosten	125.579 €/a	10,78 €/MWh	101%
Stromkosten bzw. -erlöse	-71.241 €/a	-61,15 €/MWh	-57%
Betriebskosten	30.506 €/a	2,62 Ct/kWh	25%
Jahreskosten mit Förderung (brutto)	**123.976 €/a**	**10,64 Ct/kWh**	
Jahreskosten ohne Förderung (brutto)	**124.966 €/a**	**10,73 Ct/kWh**	

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum + Sporthalle BHKW Biogas			Menge	Einheit	Einzel - kosten	Währung	Einheit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
200		**Herrichten und Erschließen**									**2.000 €**
230		**Nichtöffentliche Erschließung**								**2.000 €**	
235		Stromversorgung							2.000 €		
	1	Stromleitungen Innenverlegung	40	m	50	€ /	m	2.000 €			
300		**Bauwerk - Baukonstruktionen**									**15.600 €**
320		**Gründung**								**3.000 €**	
322		Flachgründung							3.000 €		
	1	Gründung für Pufferspeicher	10	m²	300	€ /	m²	3.000 €			
370		**Baukonstruktive Einbauten**								**11.600 €**	
379		Baukonstruktive Einbauten, sonstiges							11.600 €		
	1	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeaußenwände	3	pausch.	1.200	€ /	pausch.	3.600 €			
	2	Wanddurchbrüche für Wärmeleitungen Gebäudeinnenwände	4	pausch.	500	€ /	pausch.	2.000 €			
	3	Baunebenarbeiten	2	pausch.	3.000	€ /	pausch.	6.000 €			
390		**Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen**								**1.000 €**	
394		Abbruchmaßnahmen							1.000 €		
	1	Demontage Altanlage Sporthalle	1	pausch.	1.000	€ /	pausch.	1.000 €			
400		**Bauwerk - Technische Anlagen**									**381.700 €**
420		**Wärmeversorgungsanlagen**								**381.700 €**	
421		Wärmeerzeugungsanlagen							312.500 €		
	1	Erdgaskessel incl. Brenner und Zubehör 700 kW	1	Stck.	60.000	€ /	Stck.	60.000 €			
	2	Elektroinstallation	1	pausch.	5.000	€ /	pausch.	5.000 €			
	3	Blockheizkraftwerk 120 kW el / 200 kW th	1	Stck.	210.000	€ /	Stck.	210.000 €			
	4	Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen	2	pausch.	9.000	€ /	pausch.	18.000 €			
	5	Pufferspeicher 8.000 l	1	Stck.	9.000	€ /	Stck.	9.000 €			
	6	Einbindung Pufferspeicher	1	pausch.	4.500	€ /	pausch.	4.500 €			
	7	Einbindung in Mess- und Regeltechnik	1	pausch.	6.000	€ /	pausch.	6.000 €			
422		Wärmeverteilnetz							64.200 €		
	1	Wärmemengenzähler 40 - 150 kW	1	Stck.	700	€ /	Stck.	700 €			
	2	Einbindung Sporthalle	1	Stck.	4.000	€ /	Stck.	4.000 €			
	3	Warmwasserspeicher Sporthalle elektrische Nacherwärmung	1	Stck.	3.000	€ /	Stck.	3.000 €			
	4	Wärmeleitung DN 65 Schulzentrum - Sporthalle (Straße)	140	m	220	€ /	m	30.800 €			
	5	Wärmeleitung DN 65 Schulzentrum - Sporthalle (Rasen)	110	m	170	€ /	m	18.700 €			
	6	Wärmeleitung DN 65 Sporthalle kellerverlegt	50	m	90	€ /	m	4.500 €			
	7	Einbindung in Mess- und Regeltechnik Sporthalle	1	pausch.	2.500	€ /	pausch.	2.500 €			
429		Sonstiges							5.000 €		
	1	Schornstein BHKW inkl. Anbindung	20	m	150	€ /	m	3.000 €			
	2	Schornsteinanbindung Erdgaskessel	10	m	200	€ /	m	2.000 €			

Kostengruppen nach DIN 276 Schulzentrum + Sporthalle BHKW Biogas	Menge	Ein-heit	Einzel - kosten	Währ-ung	Ein-heit	Betrag Positions	Betrag 3. Ebene	Betrag 2. Ebene	Betrag 1. Ebene
700		**Baunebenkosten**							**68.199 €**
730		**Architekten- und Ingenieurleistungen**						**68.199 €**	
734		Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen					2.021 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	2.021	€ / Stck.	2.021 €		
735		Tragwerkplanung					1.370 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	1.370	€ / Stck.	1.370 €		
736		Technische Ausrüstung					64.808 €		
	1	Berechneter Tabellenwert :	1	Stck.	64.808	€ / Stck.	64.808 €		
								Kontrolle	Kontrolle
		Summe Baukosten inkl. Nebenkosten					467.499 €	467.499 €	467.499 €
		+ 19% Mehrwertsteuer					88.825 €	88.825 €	88.825 €
		zur Rundung					0 €	0 €	0 €
		Summe Baukosten und Nebenkosten					556.324 €	**556.324 €**	**556.324 €**