

Vorlage der Verwaltung	Fachbereich: Gebäudewirtschaft	Datum: 01.03.2022	Genehmigungsvermerk
Tagesordnungspunkt 2.1	Bezeichnung der Vorlage: Erneuerung der Heizungsanlage der Erich Kästner Grundschule Teilstandort Merbeck, hier: Auswahl des Energiesystems		Datum: 03.03.2022
Vorlage-Nr: VO/0223/21-2			Bürgermeister: gez. Stock
Zu beraten im:			
Ö/N	Datum	Gremium	
Ö	15.03.2022	Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Verkehr und Tourismus (KUVT)	
Ö	22.03.2022	Ausschuss für Wohnen, Bauen, Vergaben und Liegenschaften (WBVL)	

Sachverhalt

Die ölbetriebene Heizungsanlage der Erich Kästner Grundschule im Teilstandort Merbeck bedarf einer Erneuerung. Die nunmehr 43 Jahre alte Heizungsanlage hat ihre Leistungs- und Altersgrenze erreicht.

Der Ausschuss für Wohnen, Bauen, Vergaben und Liegenschaften stimmte am 07.09.2021 der Maßnahme zum Einbau einer neuen Heizungsanlage in der Erich-Kästner-Grundschule Teilstandort Merbeck zu (siehe VO/0223/21, TOP 1.6).

Der Beschlussvorlage wurde 2021 mit der Bitte um entsprechende Information über das weitere geplante Vorgehen zugestimmt.

Zur Untersuchung und Bewertung verschiedener Ausführungsvarianten wurde ein Ingenieurbüro der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) beauftragt.

Die Vorplanungsphase ist zwischenzeitlich mit der Erarbeitung von drei Varianten abgeschlossen.

Betrachtung der drei Alternativen für die neue Heizungsanlage

Die neue Heizungsanlage dient ausschließlich der Raumerwärmung.

Die Warmwasseraufbereitung erfolgt für Schule und OGS vollständig dezentral über Elektrogeräte an den Zapfstellen. Die derzeit noch mit Warmwasser versorgten Duschanlagen des ansässigen Sportvereins SV Merbeck 1912 e.V. werden nach Mitteilung des Fachbereiches Bildung und Soziales im Laufe des Jahres außer Betrieb genommen, da der Sportverein dann die Duschen seines Vereinsheimes in Nutzung nimmt.

Die bisherige Ölheizung einschließlich Tank wird zurückgebaut und die Räume des Kellergeschosses als Lagerräume der Schule umgenutzt.

Das beauftragte Ingenieurbüro hat neben der Kostenermittlung auch eine energetische Bewertung von potentiellen Heizsystemen vorgenommen. Darauf aufbauend wurde eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt, die Investitionskosten, Laufzeit und Betriebskosten der untersuchten Varianten gegenüberstellten um eine Entscheidung für eines der Heizsysteme zu ermöglichen. Der erforderliche Jahresenergiebedarf der Schule wurde mit 62.500 kwh berechnet.

Weiterhin wurde der Kohlendioxidausstoß abgeschätzt, um Parameter für die ökologische Bewertung der Varianten zu erhalten.

Folgende Ausführungsvarianten wurden untersucht:

1. Gasbrennwertanlage,
2. eine kombinierte Gasbrennwert- und Wärmepumpe und
3. eine reine Wärmepumpenanlage

Die Wärmepumpen wurden als Luft-Wasser-Wärmepumpen konzipiert. Wärmepumpen mit Geothermie (Erdwärme) oder Flachkollektoren (Solarenergie) kommen aufgrund der geologischen Lage bzw. zu geringer Grundstücksfläche als zu ineffizient nicht in Betracht.

Die Ausführung einer Solaranlage (z.B. Dachkollektoren) als unterstützende Komponente der Beheizung wurde nicht weiterverfolgt, da kein Brauchwasser erwärmt werden muss und so die Effizienz einer solchen Anlage nicht gegeben ist.

Zusätzlich wird von der Verwaltung derzeit noch die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit einer subsidiären Photovoltaikanlage (PV) auf einem Teil der Dachflächen der Grundschule geprüft. Hier müssen zunächst bautechnische Voraussetzungen wie die Gebäudestatik untersucht werden. Eine spätere Adaption an die Heizungsanlage wäre ohne größeren Aufwand möglich ist. Sollten die zzt. inaktiven Förderprogramme zu PV-Nutzung wieder aufgelegt werden so würde diese zusätzliche Option von der Verwaltung weiterverfolgt werden.

Variante 1 - Gasbrennwertkessel

Die monovalente (d.h. nur ein Energieerzeuger) Anlage entspricht dem derzeitigen Stand der Technik der fossilen und konventionellen Heiztechnik. Eine Gasleitung ist im Straßenraum vorhanden und könnte unproblematisch als Neuanschluss in das Schulgebäude gelegt werden.

Variante 2 - Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Gasbrennwertkessel

Die bivalente (d.h. zwei Energieträger) Anlage erzeugt den Grundwärmebedarf über die Wärmepumpe und kann größere Heizlasten, d.h. an kalten Tagen, mit der Zuschaltung des Gaskessels erzeugen.

Diese Anlage ist für den Betrieb besonders effizient, jedoch auch teurer, da zwei Heizsysteme installiert werden.

Variante 3 - Luft-Wasser-Wärmepumpe

Bei monovalenter Ausführung der Anlage muss diese entsprechend größer dimensioniert werden, da auch in der ‚kalten‘ Jahreszeit allein über die Wärmepumpe

beheizt wird. Ein elektrischer Heizstab deckt dann die Spitzenlasten ab, hat jedoch ein sehr ungünstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis.

Nachteilig für die Beheizungsart mittels Wärmepumpe sind die im Schulgebäude vorhandenen Radiator-Heizkörper.

Wärmepumpen arbeiten systembedingt am effizientesten, wenn Sie eine möglichst geringe Temperaturdifferenz zwischen dem Primärenergieträger (hier der Außenluft) und dem erwärmten Heizwasser aufweisen. Dies ist bei Strahlungssystemen wie Flächenheizungen (z.B. eine Fußbodenheizung) der Fall. Die vorhandenen Radiatoren haben einen relativ hohen Anteil an Konvektion, d.h. sie erwärmen die vorbeistreichende Luft, die dann im Raum zirkuliert. Hierfür werden systembedingt höhere Temperaturen benötigt. Der der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zugrundeliegende COP-Wert ("Coefficient of Performance", das Verhältnis von Wärme- zu Einspeiseleistung) wurde daher auf 3,5 festgelegt.

Bewertung

Der Kosten- und Emissionsvergleich der drei untersuchten Heizsysteme ist den folgenden Tabellen zu entnehmen (Werte gerundet, alles in brutto):

System · Variante	1. Brennwert- kessel	2. Brennwertkessel & Wärmepumpe	3. Wärmepumpe
Energieart	Gas	Gas + Strom	Strom
Betriebsart	monovalent	bivalent	monovalent
Kostenschätzung	COP* = 3,5		
Gesamtbaukosten ohne Förderung	62.000,- €	140.000,- €	159.000,- €
Gesamtbaukosten incl. Förderung -BAFA- Einzelmaßnahmen BEG EM-	62.000,- €	95.000,- €	102.000,- €
	-	(Förderquote 40%)	(Förderquote 45%)
	100%	153%	164%
Betriebskosten geschätzte Energiekosten = derzeitiger Stand, ohne Wartungskosten			
Energiekosten:			
Verbrauchskosten/Jahr	7.500,- €	6.210,- €	8.230,- €
angesetzt: Gas: 10,1 Ct/kwh-netto	100%	83%	110%
Strom: 28,2 Ct/kwh-netto			
Mehrkosten bzw. Einsparungen / Jahr	-	-1.290,- €	730,- €
Amortisation nach ... Jahren	-	26	- keine -
Prognose			
Gesamtkosten für 15 Jahre	175.000,- €	188.000,- €	225.000,- €
	100%	108%	129%

*) COP= Coefficient of Performance

alle Kostenangaben sind Brutto-Angaben

Weiterhin wurden die Kohlendioxidemissionen berechnet:

CO ₂ - Emissionen pro Jahr		COP = 3,5	
Zugrunde gelegte Werte (Berechnungswerte aus 2020)	Erdgas:	515	g/kwh _{PE} *
	Strom- deutscher Mix:	366	g/kwh _{PE}
	Strom- 100% regenerativ:	114	g/kwh _{PE}
Emissionen - mit deutschem Strommix	32.188 kg/a	10.383 kg/a	8.987 kg/a
		32%	28%
- mit Strom aus 100% regenerativen Energien		6.558 kg/a	2.799 kg/a
		100%	20%
			9%

*) PE = Primärenergie

alle Angaben sind kg/kwh_{PE}/Jahr

Die Installationskosten der Wärmepumpenanlagen sind wie zu erwarten deutlich höher als bei einem reinen Brennwertkessel. Durch die Möglichkeiten der BAFA-Förderung reduzieren sich diese Mehrkosten aber erheblich.

Unter Berücksichtigung der Betriebskosten ist eine Amortisation der Variante 2 rechnerisch nach Ansatz der für 2022 erwarteten Gas- und Strompreise (die Energieversorgung wird derzeit EU-weit neu ausgeschrieben) erst nach 26 Jahren zu erwarten. Tatsächlich kann eine belastbare Prognose der Energiepreise über einen solch langen Zeitraum natürlich nicht vorgenommen werden.

Bei Variante 3 sind die Energiekosten höher als beim einfachen Brennwertkessel (Variante 1).

Bei den Kohlendioxidemissionen lassen sich gegenüber dem reinen Gasbetrieb jedoch deutliche Einsparungen erzielen.

Die aktuelle Ausschreibung erfolgt mit Strom, der zu 100% aus regenerativen Energiequellen stammt. Dies zugrunde gelegt lassen sich jährlich geschätzt um 25,5t (Variante 2) bzw. 29,4t (Variante 3) Kohlendioxid einsparen.

Vorschlag der Verwaltung

Aufgrund der realisierbaren CO₂-Einsparung und zur Unterstützung der Klimaziele der Bundesrepublik Deutschland schlägt die Verwaltung die Realisierung der Variante 2 vor.

Beschlussvorschlag:

Der Ausschuss für Klimaschutz, Umwelt, Verkehr und Tourismus empfiehlt dem Ausschuss für Wohnen, Bauen, Vergaben und Liegenschaften die Ausführung der neuen Heizungsanlage in der Erich-Kästner-Grundschule Teilstandort Merbeck als bivalentes System mit Luft-Wasser-Wärmepumpe und Gasbrennwertkessel.

Kosten und Finanzierung:

Auf Basis der Kostenschätzung des Ing.-Büros für die Technische

Gebäudeausrüstung werden bei Beschluss für die Variante 2 die Kosten für die Gesamtmaßnahme exklusive der PV-Anlage auf 140.000,- EUR geschätzt.

Im Haushaltsplanentwurf für das Jahr 2022 sind unter dem Produktsachkonto 030104 521100 - Instandhaltungsmaßnahmen Grundschule Merbeck - für die Heizungserneuerung Mittel in Höhe von 205.000,- EUR vorgesehen. Für eine unterstützende PV-Anlage wäre somit ein finanzieller Puffer vorhanden.

Bei Realisierung der Variante 2 mit Wärmepumpe und Gasbrennwertkessel wird die Verwaltung einen Förderantrag bei der BAFA - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle - stellen. Die mögliche Förderhöhe ist abhängig von den Baukosten und könnte bei rund 45.000,- EUR liegen.

Unterschrift d. federführenden Fachbereichleiters/Dezernenten		Gegenzeichnung d. beteiligten Fachbereichsleiter/Dezernenten
gez. Thies	Techn. Beigeordneter	
gez. Schreurs	FBL 303	
gez. Jansen	SB 303	

Punkt 1

Geothermie: Die Vorlage begründet den Ausschluss von einer geothermischen Wärmepumpe (Sole-Wasser) von der Vorauswahl der untersuchten Systeme mit der ‚geologischen Lage‘ und als ‚zu ineffizient‘. Der Geologische Dienst NRW bewertet den Standort in Bezug auf die geothermische Ergiebigkeit mit „gut“ Klasse 2c (<https://www.geothermie.nrw.de>). Mir sind mehrere Geothermie-Projekte in vergleichbarer geologischer Lage bekannt. Bitte belegen Sie warum eine geothermische Heizungsanlage in Merbeck wegen der geologische Lage zu ineffizient ist, um sie als eine mögliche Ausführungsvariante in einen Vergleich aufzunehmen.

Eine Sole Wasser Pumpe wäre aus kostentechnischen Aspekten zu ineffizient, nicht wegen der geologischen Lage.

Aus einem derzeitigen Referenzprojekt belaufen sich die Kosten einer Erdbohrung inklusive Material auf schätzungsweise 95 € pro Bohrmeter.

Bei Betrachtung einer Monoenergetischen Anlage mit einer Leistungszahl von 4 würden bei 46 kW Wärmebedarf eine Entzugsleistung von 34,5 kW anfallen.

Bei einem Mittelwert von 50 W/m Bohrung würden 690 Bohrmeter nötig sein. Hier würden sich die gesamten Kosten der Bohrung inkl. Material auf schätzungsweise 65550 € belaufen.

Eine passende Sole-Wasser-Wärmepumpe bewegt sich in einer Preisklasse von 33000 €.

Damit liegen die Investitionskosten nochmals über denen einer Luft-Wasserwärmepumpe.

Weiterhin möchten wir an dieser Stelle darauf hinweisen, dass der COP der Sole-WP erst dann einen wirtschaftlichen Mehrwert gegenüber der Luft-Wasser-Wärmepumpe erreicht, wenn die Außentemperatur unterhalb der Erdoberflächentemperatur liegt.

Auch die Temp. Des Erdreichs (Quellentemperatur) ist nicht über das ganze Jahr konstant, da das Erdreich auskühlt. Im Mittel sind hier 6 °C realistisch jedoch kann diese auch am Ende der Heizperiode bei 2 °C liegen.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass die Sole-Wärmepumpe zwar in Summe über das Jahr einen etwas besseren COP Wert erreichen kann, dieser jedoch nicht dazu führt, dass sich die Mehrkosten im Vergleich zu einer Luft-Wasser-Wärmepumpe unter einem akzeptablen Zeithorizont amortisiert.

Punkt 2-3

Energetische Sanierung: Sind vor einem Heizungsaustausch zusätzliche Dämm-Maßnahmen der Gebäudehülle durchgeführt oder untersucht worden?

Heizlast: Welche Heizlast wurde für das Gebäude in der Untersuchung berechnet?

Eine Heizlast wurde von uns auf Grundlage eines spezifischen Wertes W/m² berechnet.

Dieser stützt sich auf tabellarische Erfahrungswerte, welche von uns auf Grundlage des Baujahres bzw. auf dem von uns bekannten Jahr und Stand einer Sanierung ausgewählt wurde.

Eine genaue Heizlastberechnung ist eine Grundleistung in der weiteren Planungsphase und wird dann erstellt.

Mögliche Einsparpotenziale an der Gebäudehülle müssten durch einen Bauphysiker / Energieberater aufgezeigt werden. Dies zählt nicht zu unserem Aufgabengebiet, da es sich hierbei um Leistungen aus dem Hochbau handelt.

Punkt 4

Variante 2 Hybrid: Wie ist die Leistung / das Leistungsverhältnis der WP und der Gastherme?

Das Leistungsverhältnis ist 85 % Wärmepumpe und 15 % Gasgerät, wie in dem Variantenvergleich angegeben.

Punkt 5

Variante 2 und 3: Wurden Anpassungsmaßnahmen zur Absenkung der Vorlauftemperatur im Vergleich eingerechnet (zB. Tausch der Heizkörper)?

Eine Berechnung wurde von uns durchgeführt und liegt der Vorplanung bei.
Es wurden alle von uns einsehbaren Heizkörper aufgenommen und deren Leistung auf die derzeitigen Systemtemperaturen (Vorlauf 70°C / Rücklauf 55°C) berechnet. Verglichen wurde hier die Leistung der Heizkörper, indem diese auf niedrigeren Temperaturen (Vorlauf 55°C / Rücklauf 45°C) umgerechnet wurde.
Das Heizungssystem auf dem niedrigerem Temperatur-Niveau zu betreiben ist gem. unserer o.g. Überprüfung möglich.

Punkt 6

Bewertung/ Kostenrechnung: Bitte erklären sie die Höhe der Kosten von Wärmestrom von 28,2ct/kWh sowie des Gaspreises von 10,1 ct/kWh, konstant für die nächsten 15 Jahre. Warum wurden nur Energiekosten aber keine Wartungskosten angesetzt? Welches Ergebnis hätte der Vergleich bei Stromkosten von 24ct/kWh und Gaskosten von 14 ct/kWh? Wie sensitiv ist das Ergebnis gegenüber unterschiedlichen Preisentwicklungen über die kommenden 15 Jahre?

Der Preis für den Wärmestrom wurde über einen Tarifvergleich bei einer Abnahme von ca. 18000 kWh/a bei einem COP von 3,5 ermittelt. Ebenso wurde der Gaspreis ermittelt.

Wir müssen an dieser Stelle nochmals darauf hinweisen, dass wir keine Einschätzung zu der Entwicklung des Energiemarktes abgeben können. Tendenziell ist zu erwarten, dass alle Energieträger einer ähnlichen Marktentwicklung unterliegen.

Die von Ihnen benannten Energiekosten haben wir in einer weiteren Tabelle berücksichtigt.

Vergleich der Betriebskosten

Betriebskosten, alles geschätzte Werte					- angenommener COP* WP: 3,5 -	3,5 = angenommener COP WP
geschätzter Jahresverbrauch	62.500			kwh		
Betrieb	100%	15%	0%	Anteil Gas		
	0%	85% (-> 24,29%)	100% (-> 28,57%)	Anteil Strom		
Zugrunde gelegte Energiepreise	Gas: 10,1 Strom: 28,2		Ct./kwh netto Ct./kwh netto			
Energiekosten, d.h. Verbrauchskosten/Jahr (geschätzt)	6.300,00 € 7.500,00 €	5.220,00 € 6.210,00 €	5.030,00 € 5.980,00 €	€/netto €/brutto	12 Ct/kwh (brutto) 33,5 Ct/kwh	
	100%	83%	80%	Verhältnis		
Mehrkosten bzw. Einsparungen (Minus-Wert)/Jahr		-1.290,00 €	-1.520,00 €	€/brutto		
Amortisation der Anlage nach...	- / -	0	0	Jahren		

* COP = "Coefficient of Performance", Verhältnis Wärme- zu Einspeiseleistung

Betriebskosten, alles geschätzte Werte					- angenommener COP* WP: 3,5 -	3,5 = angenommener COP WP
geschätzter Jahresverbrauch	62.500			kwh		
Betrieb	100%	15%	0%	Anteil Gas		
	0%	85% (-> 24,29%)	100% (-> 28,57%)	Anteil Strom		
Zugrunde gelegte Energiepreise	Gas: 14,0 Strom: 24,0		Ct./kwh netto Ct./kwh netto			
Energiekosten, d.h. Verbrauchskosten/Jahr (geschätzt)	8.750,00 € 10.410,00 €	4.960,00 € 5.900,00 €	4.290,00 € 5.100,00 €	€/netto €/brutto	16,66 Ct/kwh (brutto) 28,56 Ct/kwh	
	100%	57%	49%	Verhältnis		
Mehrkosten bzw. Einsparungen (Minus-Wert)/Jahr		-4.510,00 €	-5.310,00 €	€/brutto		
Amortisation der Anlage nach...	- / -	0	0	Jahren		

* COP = "Coefficient of Performance", Verhältnis Wärme- zu Einspeiseleistung