Ingenieurbüro Temmen VDI
HEIZUNG | LÜFTUNG | SANITÄR | PLANUNG

Neu- und Umbau der Nelson-Mandela-Schule, Wihostraße 101 in Rheine
Sekundarschule Stadt Rheine

Nelson Mandela Schule

Bodelschwingh Schule

Fürstenberg Schule

Energetische Untersuchung auf Einsatz erneuerbarer Energien in HLS-Gewerken

Rheine, 22. August 2016

Ingenieurbüro Temmen VDI GbR

1. Grundlagen

Die Gebäude in der Liegenschaft werden ab 2016 umgebaut und erweitert. Da größere Altbauteile dafür abgerissen werden und an den Stellen Neubauteile mit zwar in Summe größeren, jedoch wärmeschutztechnisch erheblich besseren Außenhüllen (Dächer / Fassaden / Fenster / Sohlplatten) aufgebaut werden ist der Wärmebedarf (Spitzenlast) Alt zu Neu annähernd gleich. Die Wärmeversorgungsanlage Baujahr 2004 mit einer Gesamtleistung max. 995 kW ist in einem akzeptablen Zustand und müsste aus den vorgenannten Gründen nicht erweitert werden. Der Jahresenergieverbrauch beträgt ca. 850.000 kWh. Gemäß Baugenehmigung sind keine Anforderungen aus EnEV und EEG an die Wärmeerzeugungsanlagen gestellt. Der Rat der Stadt Rheine stellt dennoch Mittel für eine Investition in regenerative Energien in diesem Standort zur Verfügung. Nachfolgend wird eine Entscheidungsvorlage für die Art der Investition entwickelt.

2. Stellungnahme zu möglichen Varianten erneuerbarer Energien

A. BHKW´s / Ersatzzukauf

Blockheizkraftwerke

Aufgrund fehlender nennenswerter Wärmeabnahmen außerhalb der Heizperiode ergibt sich neben diversen anderen Ausschlusskriterien in diesem Anwendungsfall auch keine Wirtschaftlichkeit bei Eigenbetrieb.

In Verbindung mit dem stadteigenen Betrieb „Stadtwerke für Rheine“ Energie- und Wasserversorgung ergibt sich eine Wirtschaftlichkeit allein durch den Umstand, dass die Investitions- und Unterhaltskosten nicht von der Stadt geleistet werden müssten. Details zu den von der „Energie- und Wasserversorgung Rheine“ (EWR) siehe Angebote dieses Unternehmens.

Ersatzzukauf

In vorgenannten Angeboten der EWR sind auch Varianten des Zukaufes von regenerativer Energie im nationalen wie internationalen Bereich erwähnt. Hierbei wird am Schulstandort physikalisch Erdgas geliefert, jedoch in zu bestimmender Menge extern regenerative Energie verstromt und/oder thermisch genutzt.

Die Aufwendungen werden auf den Gas-Lieferpreis aufgeschlagen. Eine Wertung ist uns nicht möglich.

B. Holzheizung

Wegen der direkt angrenzenden relativ dichten Wohnbebauung sollte auf Festbrennstoffe verzichtet werden; Begründung: erhöhte lokale Emissionen (insbesondere Feinstaub) sowie LKW-Verkehr (Lieferverkehr).

C. Solar-Direktnutzung

Das Energieangebot ist in der Zeit des höchsten Bedarfes am geringsten. In speziellen Fällen wie zum Beispiel der höchst-wärmegedämmten Wohnbebauung kann sich über eine unstrittig ökologische auch eine wirtschaftliche Anwendung ergeben. Im Schul- und Sporthallenbau wird dies jedoch nicht erreicht.
ELT-Bereich gesonderte Untersuchung (Photovoltaik).

D. Solar-Indirektnutzung

Unter Einbeziehung von Solarspeichern wie Wasser, Erdreich oder hier Luft, ist die Solarnutzung unstrittig die ökologische Top-Variante und unter Umständen auch eine wirtschaftliche Anwendung zur Bereitstellung von Heizenergie.

Die Anschaffung eines Erdspeichers erschließt für mindestens 30 Jahre eine lokale Energiequelle, die darüber hinaus die Möglichkeit bietet, die Solarenergie außerhalb der Heizperiode zur Regeneration und somit zur Einlagerung für die Heizperiode zu nutzen.

Um das relativ niedrige Temperaturniveau für Heizzwecke zu nutzen, bzw. zu erhöhen, sind Aggregate – hier eine Wärmepumpe – erforderlich, die inzwischen wieder große Marktanteile bedienen. Die Technik ist ausgereift und wieder preiswert.

Das Stromnetz wird längerfristig die Hauptlast der Energieversorgung tragen und auf Dauer von regenerativen Erzeugern zu speisen sein. Somit werden bereits heute lokal Null-Emissionen erreicht, die dann auch national wie global eine ökologisch sinnvolle Energieversorgung sicherstellen können. Diese Entwicklung wird bereits heute von der Stadt Rheine mit Zukauf von „Ökostrom“ in dieser Liegenschaft gestützt, da

- die Investitionen in Erdsonden relativ hoch sind
- die Effektivität bei normalen Münsterland-Wintertemperaturen (+5 °C feucht) mit luftgestützten Wärmepumpen annähernd gleich hoch ist
- die Spitzenlast von der Kesselanlage sowieso abgedeckt ist (bei tiefen Temperaturen Abschaltung Wärmepumpe)
- eine Kühlung in der Schule (Regeneration der Erdsonden über Solareinträge im Gebäude) ausgeschlossen wird
- Erdspeicher endlich, Luftspeicher unendlich Energie liefern können

ist in dieser Untersuchung zu der im Entwurf vorgesehenen Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden auch eine Luft/Wasser Wärmepumpenanlage enthalten.

Sollte diese Variante in die nähere Betrachtung kommen, wäre zunächst der Aufstellort zu prüfen wegen

a) Schallemissionen

Schalldruckpegel in 10 m Entfernung, ca. 52 dB(A) Wohngebiet Immissions-Richtwert

gemäß TA Lärm	tagsüber	nachts
WB - reines Wohngebiet	50 dB(A)	35 dB(A)
WA - allgemeines Wohngebiet	55 dB(A)	40 dB(A)

b) Lasten Anlagengewicht ca. 1.500 kg.

3. Energieübersicht

Bestand Gas-Brennwertzentrale:

Gas-Brennwertkessel 999 kW, Verbrauch Gas = 850.000 kWh/a

Wärmepumpe	Erde	1400 m Sonden
		(max. ohne Kühlung)
		140.000 kWh max. Wärmenutzung
Leistungszahl= LZ 5		1 kW Strom, 5 kW Wärmeleistung
		→ 4 kW Erde
		140.000/4 → 35.000 kWh Strom (Input)
		Wärmeabgabe 175.000 kWh

Wärmepumpe	Luft	100 kW Leistung = ca. 14 % erforderl. Gesamtleistung
		252 Heiztage - 52 Heiztage (Temp. < 5°C)
		= 200 Heiztage → 100 kW * 24 h/Tag =ca. 480.000 kWh
		zzgl. 20.000 kWh WW-Bereitung
		= Wärmeabgabe 500.000 kWh / Jahr
		LZ 4 → 1kW Strom → 4k kW Wärmeleistung
		Strom 125.000 kWh (Input)

BHKW	Daten aus Expertise Stadtwerke Rheine - günstigste Variante
	Stromerzeugung: 255.000 kWh
	Wärmerzeugung: 500.000 kWh

Co_2-Bilanzen

Grundlagen

Co_{2-} Emisssion bei Gasverbrauch ca. 0,2 kg/kWh

Co_{2-} Emisssion bei Stromerzeugung EVU ca. 0,58 kg/kWh

(Allgemeinstromnetz mix Stadtwerke Rheine)

Bei Gaseinsparung (Wärmeerzeugung) Jahresanlagenwirkungsgrad 0,85 vom oberen Heizwert.

			ca. Co_2-Einsparung	
1. BHKW				
Gasverbrauch	zertifiziertes Erdgas		± 0	to/a
neu Stromerzeugung	61.875 kWh/a	Eigenstrom (Ökostrom)	± 0	to/a
	185.625 kWh/a	Netzeinspeisung	- 108	to/a
Wärmeerzeugung	500.000 kWh/a		- 118	to/a
		Summe:	- 226	to/a
2. Wärmepumpe Erde				
Stromverbrauch	35.000 kWh/a	(Ökostrom)	± 0	to/a
Wärmeerzeugung	175.000 kWh/a		- 41	to/a
		Summe:	- 41	to/a
3. Wärmepumpe Luft				
Stromverbrauch	125.000 kWh/a	(Ökostrom)	± 0	to/a
Wärmeerzeugung	500.000 kWh/a		- 118	to/a
		Summe:	- 118	to/a

4. Kosten

Kostenansätze für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

Strompreis	Einkauf	19,25 Cent/kWh + 19 % MwSt = 22,90 Cent/kWh
Gaspreis	Einkauf	4,42 Cent/kWh + 19 % MwSt = 5,30 Cent/kWh
Zinssatz	2 %	

Wirkungsgrade/Jahresnutzungsgrade (bei Gas vom oberen Heizwert)

- BHKW 80 %
- Gas-Brennwertbestandsanlage 85 %
- Sole-Wasser-Wärmepumpe 500 % (LZ 5)
- Luft/Wasser-Wärmepumpe 400 % (LZ 4)
- Sowiesokosten wie
  Regelungsanteile, Rohrleitungsanbindungen, Planungskosten sind nicht enthalten
- Elektroanbindungen sind nicht enthalten wegen erheblichem Einfluss von
  a) Standort
  b) Leistungsfähigkeit und Alter der Bestands-Elektroinstallation

Spezielle Investitionskosten

I. **BHKW/Ersatzzukauf** siehe Aufstellung der Stadtwerke für Rheine

II. **Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden**

Maschinentechnik etc.	60.000,00 EUR
Erdsonden	70.000,00 EUR
Kostenschätzung ohne MwSt	**130.000,00 EUR**
zuzüglich 19 % Mehrwertsteuer	24.700,00 EUR
Kostenschätzung einschl. MwSt	**154.700,00 EUR**
Kostenschätzung einschl. MwSt - gerundet	**156.000,00 EUR**

III. **Luft-Wasser-Wärmepumpe**

Maschinentechnik etc.	60.000,00 EUR
Sonstiges	10.000,00 EUR
Kostenschätzung ohne MwSt	**70.000,00 EUR**
zuzüglich 19 % Mehrwertsteuer	13.300,00 EUR
Kostenschätzung einschl. MwSt	**83.300,00 EUR**
Kostenschätzung einschl. MwSt - gerundet	**85.000,00 EUR**

5. Wirtschaftlichkeit

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Varianten ist beigefügt. Hierfür wurden die Energiekosten bei den Stadtwerken Rheine angefragt und ab- bzw. aufgerundet. Die rechten drei Spalten in dieser Berechnung weisen die Bilanz bei einer Energiepreisverdopplung aus, um Tendenzen bei zu erwartenden Energiekostensteigerungen aufzuzeigen

6. Fazit

Diese Untersuchung ersetzt keine Detailplanung, sondern soll mögliche Lösungen zur Energieeinsparung und Umweltentlastung aufzeigen. Daher bestehen auch bei den dargestellten Lösungen planerische Risiken. Im Wesentlichen sind dies:

- Schallemission (Nachbarschaft)
- Statik (Dachtragfähigkeit)
- Stromversorgung (vorhandene Stromversorgung, Unterverteilung)
- bauseitige Kosten (Räume/Statik)
- Nebenkosten (z. B. Betriebspersonal)

Die geringsten Risiken und das beste Kosten-/Nutzenverhältnis weist nach momentanem Kenntnisstand eine der BHKW-Lösungen mit den Stadtwerken Rheine auf.

Rheine, 22.08.2016

Ingenieurbüro Temmen VDI GbR

i. A. Gerdes