





Inhaltsverzeichnis:

1. Anlagenbestand und Energieverbrauch.....3

2. Beschreibung der Versorgungsvarianten.....4

3. Variantenvergleich7

4. Emissionsbilanz.....9

5. Empfehlung.....10

Anlage:

Geologisches Gutachten



1. Anlagenbestand und Energieverbrauch

Aufgrund eines Förderantrages zur energetischen Sanierung der Grundschule Wollmesheimer Höhe wird die weiterführende Sanierung der Schule mit rund 70% gefördert. In diesen Kosten ist auch die Sanierung bzw. Erweiterung der Wärmeerzeugung enthalten.

Ziel der Sanierung ist die Errichtung eines zukunftsfähigen Gebäudes mit einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung. Die Anforderungen der EnEV 2009 (Neubau) sind zu erfüllen.

Die vorhandene Wärmeerzeugung im Gebäude in der Grundschule Wollmesheimer Höhe wurde im Jahre 2007 aufgrund eines Kesselschadens erneuert. Montiert wurde eine Brennwertkesselanlage mit einer Leistung von 290 kW. Die Anlage versorgt derzeit die Umkleiden der Turnhalle, den Erweiterungsbau und den Altbau. Die Beheizung der Sporthalle erfolgt mittlerweile, nach Demontage der Gasheizstrahler über Niedertemperatur Deckenstrahlplatten. Im Zuge der Sanierung des Altbaus wurden bereits die Heizkörper erneuert und für den Niedertemperaturbereich ausgelegt. Durch diese Auslegung im Niedertemperaturbereich (47/40) ergibt sich die Möglichkeit zum Einsatz einer Wärmepumpe mit einer wirtschaftlichen Arbeitszahl.

Für die energetische Sanierung wurden die folgenden Maßnahmen vorgesehen:

- Hochwertige Dämmung der Gebäudehülle
- Ersatz der Gasheizstrahlelemente durch Niedertemperatur-Deckenstrahlplatten
- Montage von Heizkörpern mit Auslegung für den Niedertemperaturbereich
- Erweiterung der Wärmeversorgung zum Einsatz erneuerbarer Energien
- Erneuerung der Regelungstechnik und Anbindung an die Gebäudeleittechnik
- Montage einer Einzelraumregelung

Die Energieverbräuche vor und nach der Sanierung stellen sich wie folgt dar:

	Vor der Sanierung	Prognose nach der Sanierung
Wärme	380 MWh	ca. 145 MWh
Strom	32 MWh	32 MWh
Wasser	301 cbm	301 cbm



2. Beschreibung der Versorgungsvarianten

Nach der Sanierung auf der Gebäudeseite ergeben sich 2 Möglichkeiten (Variante 2 und 3) zur Erweiterung der vorhandenen Kesselanlage. Die Variante 1 ist aufgrund der Anforderungen der EnEV 2009 nicht möglich und dient lediglich zum Vergleich zwischen einem konventionellen Gasbetrieb und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger.

Variante 1: (Vorh. Gaskessel als Spitzenlastkessel / Grundlastgaskessel)

Aufgrund eines Kesselausfalls war im Jahr 2007 eine Erneuerung der Kesselanlage erforderlich. Die Kesselanlage musste aufgrund des Ausfalls vor der energetischen Gebäudesanierung auf das unsanierte Gebäude mit einem Leistungsbedarf von 290 kW ausgelegt werden. Für den Betrieb des mittlerweile sanierten Gebäudes sind lediglich 95 kW notwendig, so dass der Kessel gerade in den Übergangszeiten, in denen lediglich rund 30 kW erforderlich sind, wesentlich überdimensioniert ist. Der Jahreswirkungsgrad vermindert sich dadurch erheblich. Aufgrund dieses Sachstandes und aus Gründen der Redundanz wäre bei der weiteren 100% Abdeckung mit fossilen Brennstoffen (Gas) ein zusätzlicher Kessel mit einer Leistung von 80 kW erforderlich. Mit der Ausführung der Variante 1 werden die Anforderungen der EnEV 2009 nicht erreicht, weil der anteilige Einsatz erneuerbarer Energieträger gefordert wird. Wie bereits vorher beschrieben dient diese Variante lediglich zum Vergleich zwischen einem konventionellen Gasbetrieb und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger.

Variante 2: (Vorh. Gaskessel als Spitzenlastkessel / Biomassefeuerung)

Anstatt des Einsatzes eines zusätzlichen kleinen Gaskessels wäre der Einsatz von Biomasse möglich. Hierzu wäre eine kleinere Biomassefeuerung mit einer Leistung von 65 kW die optimale Betriebsvariante in Bezug auf den Jahreswirkungsgrad. Die Abdeckung durch Biomasse würde dann bei rund 90 % liegen und der vorhandene Gaskessel könnte mit 10% Gasanteil die Lastspitzen bei extrem kalten Tagen abdecken. Bei den vorhandenen städtischen Anlagen konnten bisher ungenutzte Räume bzw. nicht mehr benötigte Öltankräume als Silo genutzt werden. Dies ist hier nicht der Fall. Zur Herstellung eines Silos müsste der vorhandene Heizungsverteiler und die Regelungstechnik demontiert und versetzt werden, damit der Verteilerraum als Silo genutzt werden kann. Hierdurch erhöhen sich die Kosten für die Biomassefeuerung wesentlich. Ein weiterer Nachteil ist die Betriebsführung für das mittlerweile nach EnEV-Neubau gedämmte Schulgebäude. Hierdurch entsteht sehr oft die Situation, dass keine Wärme benötigt wird und die Kesselanlage abschalten muss. Durch diese häufigen Abschaltungen erhöht sich bei Biomassefeuerungen die Anzahl von Störungen. Weiterhin steigt auch der Wartungsaufwand, da bei den Zündvorgängen der Verbrennungsprozess unregelmäßig ist und somit mehr Ablagerungen im Kesselwärmetauscher entstehen. Das vermindert die Lebensdauer und erhöht die Reinigungsintervalle.

Variante 3 (Vorh. Gaskessel als Spitzenlastkessel / Wärmepumpe)

Aufgrund der guten Gebäudedämmung und der auf Niedertemperatur ausgelegten Heizkörper sind Vorlauftemperaturen von max. 47°C zur Beheizung des Gebäudes ausreichend. Hierdurch wird zum ersten Mal die Möglichkeit für den wirtschaftlichen Einsatz einer Wärmepumpe erreicht. Aufgrund der Bedingungen ist eine Jahresarbeitszahl von 4 möglich. Vereinfacht dargestellt werden dabei unter Nutzung einer natürlichen



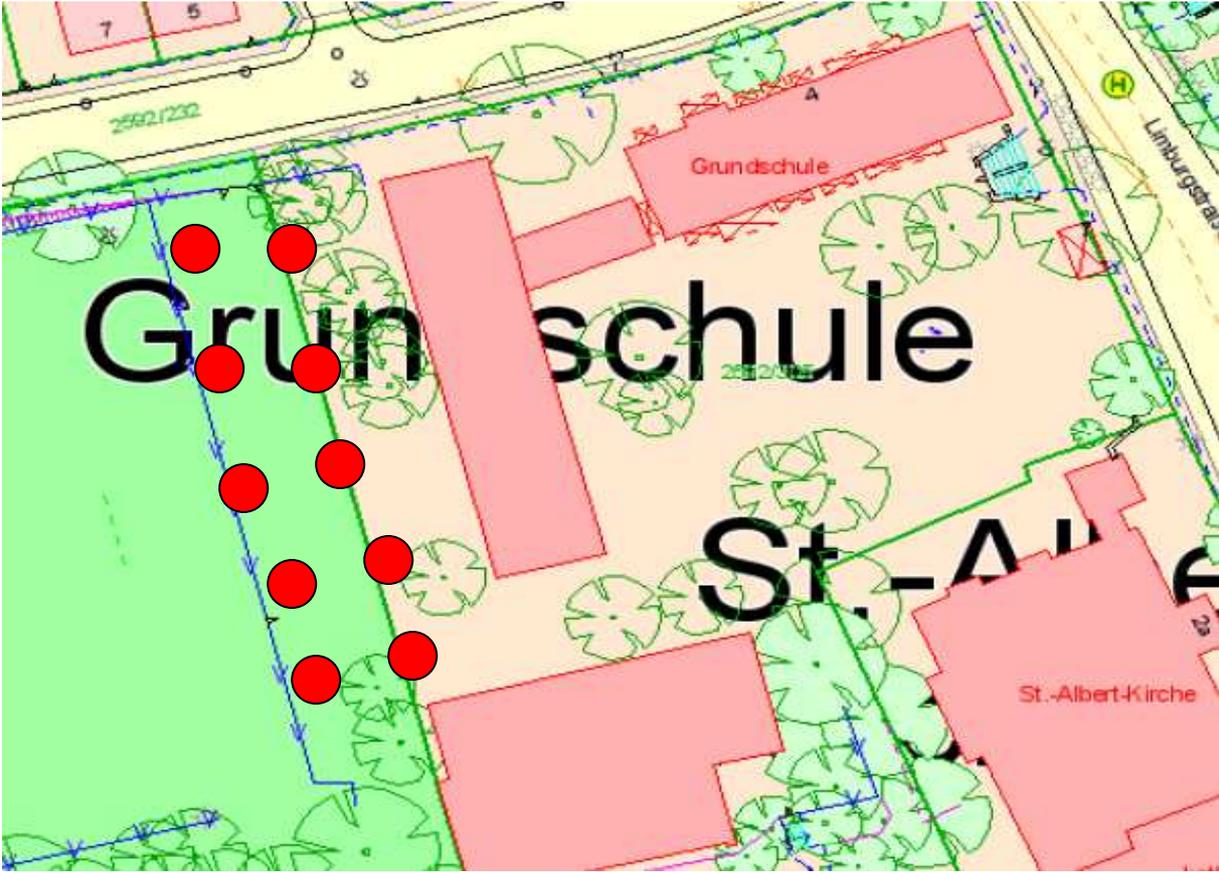
Wärmequelle (Grundwasser, Luft oder Erdwärme) aus 25 MWh Strom 100 MWh Wärme hergestellt. Aufgrund der derzeitigen Preissituation (Gas: 70 €/MWh , Strom 200 €/MWh) werden somit beim Gaskesselbetrieb 6.500 € für die Herstellung von 100 MWh benötigt und bei der Wärmepumpe 5.000 €. Auf Basis des Fotovoltaik-Contractings kann zudem der durch die Fotovoltaikanlage erzeugte Strom teilweise verwendet werden. Die Strompreisssteigerung ist bei Nutzung des Fotovoltaikstromes halbiert und wird in 19 Jahren für die Wärmepumpe kostenlos zur Verfügung stehen.

In der Gesamtbilanz kann bei dem Einsatz einer Wärmepumpe in Verbindung mit der Fotovoltaikanlage der derzeitige Strombedarf (32 MWh/a) und der errechnete Wärmeverbrauch von 145 MWh/a durch den von der Fotovoltaikanlage erzeugten Strom (70 MWh/a) gedeckt werden. Dabei werden 32 MWh/a für den direkten Stromverbrauch benötigt und die restlichen 38 MWh/a wären zur Wärmeerzeugung über die Wärmepumpe mit einer Kennzahl von 4 (4x 38 MWh Strom = 152 MWh Wärme) ausreichend.

Zu erwähnen ist, dass an extrem kalten Tagen der vorh. Gaskessel weiterhin für einen bivalenten Betrieb genutzt wird. Der Anteil liegt bei rund 15 von 145 MWh. Dieser Anteil wird jedoch auch durch die Stromeinspeisung bilanztechnisch abgedeckt.

Durch den Einsatz einer Wärmepumpe wäre die Grundschule Wollmesheimer Höhe die erste „Zero Emission Schule“ der Stadt Landau.

Als Wärmequelle für die Wärmepumpe wurden die Varianten Luft, Grundwasser und Erdwärme (Erdsonden) untersucht. Hierbei hat sich ergeben, dass die Montage von Erdsonden die günstigste Variante darstellt. Entsprechend dem beiliegenden geologischen Gutachten sind zur Bereitstellung der Primärenergie 10 Erdsonden mit einer Bohrtiefe von 140 m notwendig. Aus Budgetgründen soll auf die 15. Bohrung verzichtet werden. Die geringere Leistung (6%) soll regelungstechnisch durch einen sowieso notwendigen Pufferspeicher ausgeglichen werden. Die vorgesehenen Bohrstellen sind auf der folgenden Skizze zu finden. Zu erwähnen ist, dass die Bohrstellen und deren Verrohrung nach der Fertigstellung nicht mehr sichtbar sind. Weiterhin wird die vorgesehene Fläche derzeit als Baustellenzufahrt genutzt und muss deshalb sowieso wieder hergestellt werden.





3. Variantenvergleich:

Der Varianten- und Investitionskostenvergleich ist in den folgenden Tabellen dargestellt:

Variantenberechnung Wärmekonzept GS Wollmesheimer Höhe				
Varinate 1	Nutzung vorh. Brennwertkesselanlage			
Variante 2	Biomassefeuerung (Miscanthus / Hackschnitzel)			
Variante 3	Wärmepumpe (Sole/Wasser)			
Varianten inklusiv Förderung 70%				
Grundlage Energiebezug (EURO / MWh):				
Heizöl	70,0			
Gas	70,0			
Holz	28,0			
Strom	200,0			
Wasser	1,5			
Abwasser	1,2			
Stromeinspeisung	25,6			
	Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Investitionskosten	EUR	35.700	63.060	82.050
Zinssatz	3	3,0	3,0	3,0
Laufzeit	20	20	20	30
Annuität	EUR/a	2.400	4.239	5.515
Energiebedarf				
Heizöl	MWh/a	0	0	0
Pflanzenöl	MWh/a	0	0	0
Gas (ohne Wirkungsgrad)	MWh/a	145	15	15
Holz	MWh/a	0	130	0
Strombezug	MWh/a	32	34	70
Stromeinspeisung	MWh/a	0	0	0
Wasser	m³/a	300	300	300
Abwasser	m³/a	300	300	300
Energiekosten				
Gas	EUR / a	10.150	1.050	1.050
Heizöl	EUR / a	0	0	0
Pflanzenöl	EUR / a	0	0	0
Holz	EUR / a	0	3.640	0
Strombezug	EUR / a	6.400	6.800	14.000
Stromeinspeisung	EUR / a	0	0	0
Rückvergütung BHKW 20 kW el.	EUR / a	0	0	0
Wasser	EUR / a	484	484	484
Abwasser	EUR / a	360	360	360
laufende Kosten (Wärme)				
Wartung	EUR/a	1.200	1.500	400
Instandhaltung	EUR/a	1.200	1.635	1.200
Betriebskosten	EUR/a	1.500	3.500	50
Personalkosten	EUR/a	100	400	100
Summe Jahreskosten	EUR/a	23.793	23.607	23.159
Wärmeerzeugungspreis	€/ MWh	114,14	112,85	109,76



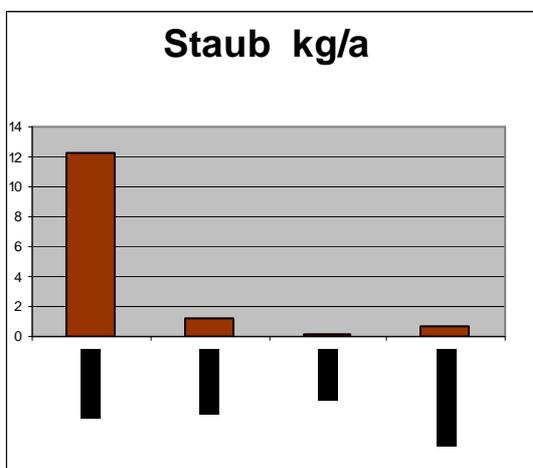
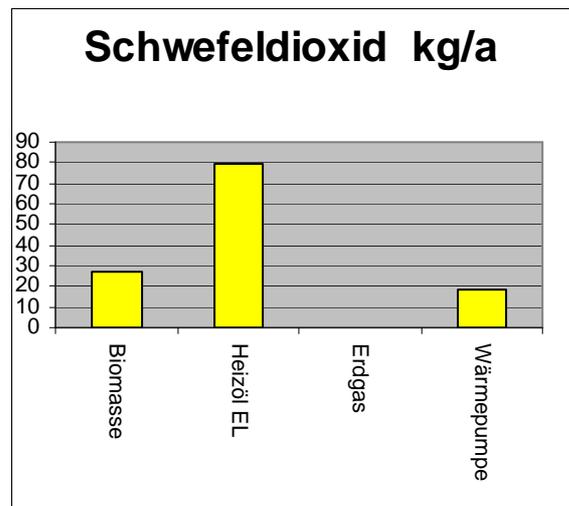
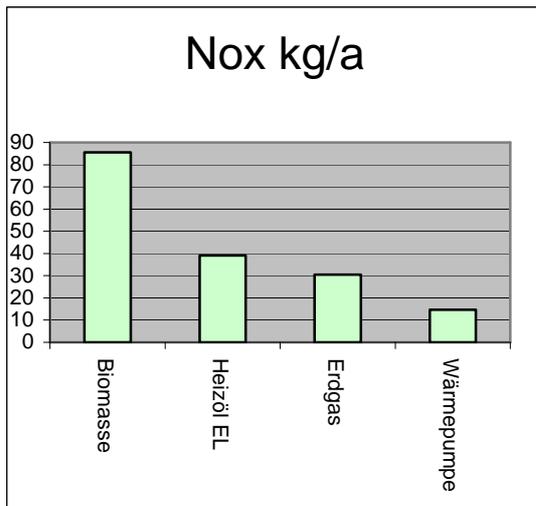
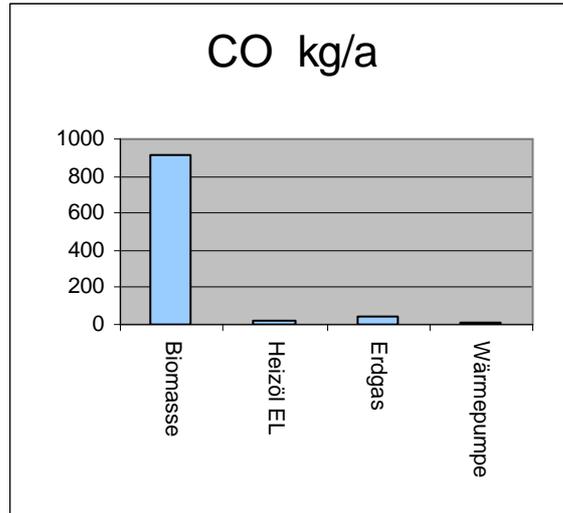
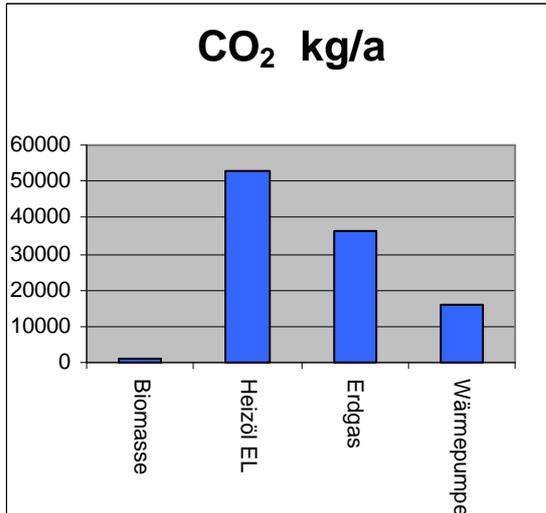
Investitionen			
Maßnahme	Brennwertanlage	Biomassefeuerung	Wärmepumpe
	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gebäude + bauliche Arbeiten	4.500	16.200	4.000
Baugenehmigung	0	0	1.500
Gebäudekosten	0	0	0
Kernbohrungen und sonstiges	0	3.000	1.000
Holzsilos / Umbau Verteileinrichtungen	0	5.000	0
Kesselpodest / Bodenplatte	0	1.500	1.500
Gebäudeanschlüsse vorhanden	0	0	0
Schornsteinsanierung bzw. Neubau	4.500	5.500	0
Anschlussstutzen Einblaseleitung	0	1.200	0
Technische Anlage Wärmeerzeugung	27.500	94.000	157.500
Demontearbeiten	0	3.000	0
Änderung der Kabelanschlüsse (Regelungstechnik)	0	3.500	0
Umbau des Heizungsverteilers	0	25.000	0
Wärmeerzeugung konventionell (Kesselanlage)	25.000	0	0
Biomassekessel 90 kW inkl. Anschluss	0	50.000	0
Wärmepumpe inkl. Bohrungen	0	0	150.000
Anbindung Biomassekessel / Wärmepumpe	0	10.000	5.000
Sanierung Öltankanlage	0	0	0
Wasseraufbereitung / Entschlammung	2.500	2.500	2.500
Anbindung innerhalb der Gebäude	0	0	0
Technische Anlage im Gebäude	87.000	100.000	112.000
Stilllegung Öltankanlage	0	0	0
Regelungstechnik	25.000	25.000	25.000
Umsetzung / Erneuerung des Heizungsverteilers	12.000	25.000	12.000
Regelungstechnik Raumnutzung	0	0	0
Deckenstrahlplatten Halle	15.000	15.000	20.000
Heizkörper Schulgebäude	35.000	35.000	55.000
Lüftungstechnik Klassenräume	0	0	0
Summe Ausführungskosten	119.000	210.200	273.500
Kosten für Stadt Landau inkl. Förderung	35.700	63.060	82.050

Trotz der höheren Investitionskosten fällt die Variante 3 (Wärmepumpe) von der wirtschaftlichen Seite günstiger aus als die Variante 2 und 1. Die Betriebskosten im Verhältnis zum geringen Verbrauch sind für die Variante Biomassefeuerung ungünstig. Aufgrund der Förderung sind die Mehrkosten für die Stadt Landau gering, was auch der Sinn für die Förderung innovativer Projekte ist. Hierbei ist zu erwähnen, dass auch ohne Einbezug der Förderung die Variante 3 die günstigste Variante bildet.



4. Emissionsbilanz

Die Emissionsbilanz wurde auf Basis des aktuellen Strommixes und einem Fotovoltaikanteil von 10% für den Betrieb der Wärmepumpe aufgestellt. Sollte der Strom für den Wärmepumpenbetrieb aus erneuerbaren Energien hergestellt werden sinkt der CO₂-Wert und der SO₂ Wert annähernd auf Null. Somit hätte die Wärmepumpe die günstigste Emissionsbilanz.





5. Empfehlung:

Nach Prüfung der o.g. Varianten und dem Vollkostenvergleich nach DIN 2067 hat sich herausgestellt, dass die Varianten mit den heutigen Energiepreisen annähernd gleich liegen.

Bei steigendem Strom und Gaspreis wird sich aufgrund des vorhandenen Fotovoltaik-Contractings die Variante 3 im Laufe der Zeit im Vergleich zu den anderen Varianten verbessern. Ab dem 19. Jahr, wenn die Fotovoltaikanlage vollständig in den Besitz der Stadt Landau übergeht kann der von der Fotovoltaikanlage erzeugte Strom kostenlos für die Wärmepumpe verwendet werden. Weiterhin sind geringere Wartungskosten und bei den Erdsonden eine wesentlich höhere Lebensdauer (50 Jahre) zu erwarten.

Bei der Variante „Biomassefeuerung“ werden die sonst üblichen Vorteile durch den geringen Verbrauch, durch einen erhöhten Start-Stop Betrieb und der erforderlichen Umbaumaßnahmen geschmälert. Aufgrund der höheren Wartungskosten rechnen sich Biomassefeuerungen besonders bei höheren Verbräuchen im Bereich über 200 MWh/a aufgrund des günstigeren Brennstoffes. Dabei überwiegen die günstigen Brennstoffkosten den höheren Wartungsaufwand. Trotz der schlechteren Bedingungen ist bei diesem Variantenvergleich die Biomasse gegenüber einem reinen Gasbetrieb wirtschaftlich.

Wie bereits erwähnt kann durch einen reinen Gasbetrieb die Anforderung der EnEv nicht erfüllt werden. Somit diene diese Variante lediglich zum Nachweis, dass die Nutzung erneuerbarer Energien im Verhältnis zu den konventionellen Anlagen wirtschaftlich ist.

Aufgrund der endlichen Ressourcen bei den brennbaren Energieträgern wird in naher Zukunft die direkte Stromerzeugung neben der nachhaltigen Biomassenutzung immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die Biomasse wird dabei hauptsächlich für den Einsatz von Temperaturen über 50°C benötigt. Nach den derzeitigen Erkenntnissen sind die Ressourcen bei der Biomasse im Verhältnis zur Fotovoltaik und Windenergie relativ gering. Die Biomasse sollte deshalb nur für ungedämmte Gebäude (z.B. Denkmalschutz) die auch höhere Temperaturen benötigen genutzt werden. Aufgrund der größeren Ressourcen für die direkte nachhaltige Stromerzeugung kann durch den Einsatz von strombetriebenen Wärmepumpen im Niedertemperaturbereich energieeffizient Wärme erzeugt werden.

Entsprechend der vorhergehenden Beschreibung und den Gegebenheiten in der Grundschule Wollmesheimer Höhe wird deshalb die Montage einer Wärmepumpe mit 10 Erdsonden empfohlen.