



Stadt Rheine

Kloster Bentlage

Sanierung der Wärmeerzeugungsanlagen

1. Grundlagen
2. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
3. Lageplan
4. Kostenschätzung

Rheine, 7. April 2015

Ingenieurbüro Temmen VDI

1. Grundlagen

Bei den im Bereich der Liegenschaft Kloster Bentlage befindlichen Gebäuden handelt es sich im Wesentlichen um das Gebäude des eigentlichen Klosters, den beiden Torhäusern, der Ökonomie, der Scheune sowie des Werkstatt- und WC-Gebäudes. Alle Gebäude stehen unter Denkmalschutz. Aufgrund der Nutzung dieser Anlage ist jedes der Gebäude ausgestattet mit einer den Erfordernissen angepassten Heizungsanlage. Das Baujahr dieser einzelnen Anlagen und der dazugehörigen Gebäude stellt sich wie folgt dar:

Gebäude	Baujahr	Brennstoff	Leistung
▶ Kloster	1994	Heizöl	500 kW
▶ Torhaus links und rechts	2014	Heizöl	32 kW
▶ Ökonomie	1995	Flüssiggas	43,3 kW
▶ Scheune	1998	Flüssiggas	51 kW
▶ Werkstatt/WC-Gebäude	2006	Flüssiggas	20,6 kW

Die installierte Gesamtleistung für die Beheizung der Liegenschaft beträgt somit 650 kW. Im Weiteren wird auf Grundlage dieser Heizleistung eine Jahresheizarbeit in Höhe von 950.000 kWh per anno in Ansatz gebracht.

Eine Erdgaserschließung für das Gelände ist bisher nicht vorhanden. Hieraus begründet sich die derzeitige Versorgungssituation mit dem Energieträger Heizöl bzw. Flüssiggas. Die größte Heizkesselanlage auf dem Gelände ist eine 2-Kessel-Anlage für die Beheizung des Klostergebäudes. Diese Anlage sowie die Heizungsanlage für die Versorgung der Torhäuser besitzen eine Ölfeuerung. Aufgrund der Problematik der Ölfeuerung im Hinblick auf Öllagerung innerhalb der Gebäude und der damit verbundenen regelmäßigen Überprüfungen der Tankanlagen sowie der bisher aufgetretenen Probleme im Zuge des nunmehr 20-jährigen Betriebes der Anlagen erscheint ein Wechsel des Energieträgers sinnvoll.

1.1 Sanierungsmöglichkeiten

Bei den Möglichkeiten einer Sanierung bzw. Änderung der einzelnen Heizungssysteme ist in jedem Fall zu berücksichtigen, dass auch bei einer bivalenten Anlagentechnik ein Primärenergieträger eingebunden wird, der eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet. Dies ist sichergestellt bei der Bestandssituation durch den Einsatz von Flüssiggas und Heizöl als Energieträger. Soll zukünftig von dem Energieträger Erdöl Abstand genommen werden, ist als Ersatz hierfür Erdgas vorzusehen.

Da im Rahmen der „Regionale“ die Erdgasversorgung bereits bis zum Salzsiedehaus durch die Stadtwerke Rheine geführt wurde, liegt der Gedanke nahe, diese Erdgasversorgung bis zum Klostergelände weiterzuführen. Eine mögliche Erschließungstrasse wurde durch die Stadtwerke Rheine in Zusammenarbeit mit dem Liegenschaftsamt der Stadt Rheine erarbeitet. Dieses erste Angebot ist der folgenden Kostenschätzung zugrunde gelegt. Eine alternative Versorgungstrasse wird derzeit erarbeitet. Ein konkretes Angebot hierfür liegt jedoch noch nicht vor.

Um eine zukunftsweisende Wärmeversorgung für die auf dem Gelände befindlichen Gebäude zu realisieren, ist es naheliegend, diese von einer Zentrale aus zu gewährleisten. An dieser zentralen Stelle der Wärmeerzeugung bestünde somit die Möglichkeit, neben der Wärmeerzeugung durch den Energieträger Erdgas auch weitere Wärmeerzeugungsmöglichkeiten regenerativer Art anzubinden. Es wäre vorstellbar, einen Teil der erforderlichen Jahres-Heizarbeit mit dem Energieträger Holz in Form von Holz-Hackschnitzel zu realisieren. Weitere Möglichkeiten wären der Einsatz einer Luft/Wasser/Wärmepumpe oder eines Block-Heizkraftwerkes.

Die Möglichkeit der Wärmeerzeugung mit dem Energieträger Biogas wurde ebenfalls untersucht. Wie bereits an verschiedenen Standorten in Rheine realisiert, wurde in Erwägung gezogen, ein Biogas betriebenes BHKW zu installieren. Betreiber dieser Anlage wäre die RB Rheine Bioenergie GmbH & Co. KG. Diese Möglichkeit der Anlagenkonzeptionierung wurde mit der RB Rheine Bioenergie besprochen. Nach Prüfung der Sachlage kann diese Variante jedoch aus wirtschaftlichen Gründen nicht weiter verfolgt werden. Die Biogas-Versorgung kann nur über eine neu herzustellende ca. 5 km lange Trasse erfolgen. Die Herstellungs-

kosten für diese neue Versorgungssituation betragen ca. 400.000,00 EUR. Diese Investition steht in keinem Verhältnis zu den maximal möglichen Wärmeerlösen von maximal 800.000 kWh/anno.

Im Folgenden wurde die Installation einer Holz-Hackschnitzel-Anlage weiter betrachtet. Als Aufstellort für die Heizzentrale wird der hintere Raumbereich der Ökonomie vorgeschlagen. In diesem Raumbereich befinden sich derzeit eine nicht mehr genutzte WC-Anlage sowie ein Lagerbereich. An dieser Stelle sollte es möglich sein, die erforderlichen Anlagen zu installieren. Im rückwärtigen Bereich des Gebäudes ließe sich eine Fläche realisieren, die mit entsprechender Überdachung als Lagerfläche für die erforderlichen Holzhackschnitzel genutzt werden kann.

Die Wärmeerzeugungsanlage für das gesamte Gelände würde somit ausgeführt als bivalente Anlage mit den Energieträgern Erdgas und Holz. Durch diese Bivalenz wird gleichzeitig eine höhere Betriebssicherheit erreicht. Durch die Anlagenteilung in der Leistung von 1/3 Leistung Holz und 2/3 Leistung Erdgas wird bewirkt, dass ca. 50 bis 60 % der Jahres-Heizarbeit durch den Brennstoff Holz abgedeckt werden kann.

Mit gleicher Anlagenteilung wird der Einsatz einer Luft-Wasser Wärmepumpe betrachtet. Der Vorteil dieser zwei letztgenannten Varianten besteht darin, dass aufgrund des Einsatzes eines regenerativen Energieträgers die jährliche Reduzierung der CO₂-Emissionen am Höchsten ist. Die detaillierten Werte der CO₂-Einsparungen werden im Folgenden in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung noch benannt.

Wird eine dezentrale Anlagenkonzeption angestrebt, besteht die Möglichkeit, die Installation eines Blockheizkraftwerkes vorzusehen. Diese Anlage ist der Heizkesselanlage Kloster zuzuordnen. Die Auslegung der Anlage erfolgt entsprechend dem Stromlastprofil des Gebäudes. Hierbei sind die elektrischen Verbrauchsdaten aus 2013 und 2014 zugrunde gelegt worden. Die elektrische Grundlast beträgt 10 kW (nachts). Die durchschnittlichen Tageswerte liegen zwischen 25 und 40 kW. Entsprechend dieser Situation wird ein BHKW mit einer elektrischen Leistung von 10/20 kW und einer daraus resultierenden thermischen Leistung von 20/45 kW vorgesehen. Die aus dieser Anlagenkonstellation resultierenden Wirtschaftlichkeitsdaten sowie erreichbare CO₂-Einsparungen werden noch benannt.

Im Folgenden werden die Sanierungsmöglichkeiten im Einzelnen vorgestellt. Es werden zwei verschiedene Möglichkeiten der Herangehensweise betrachtet:

➤ **Dezentrale Lösung**

Jedes Gebäude besitzt weiterhin wie auch derzeit im Bestand eine eigenständige Wärmeversorgungsanlage. Ein Vorteil der dezentralen Lösung ist ggf. auch darin zu sehen, dass die Realisierung der Maßnahme über einen längeren Zeitraum gestreckt werden kann. Lediglich die Erdgaserschließung ist mit dem ersten Schritt fertigzustellen. Mit der Sanierung der Heizungsanlage Torhäuser, die im Dezember 2014 erfolgte, verfügt die Liegenschaft über noch funktionierende Anlagen. Es besteht keine zwingende Notwendigkeit, alle Anlagen gleichzeitig zu sanieren.

Variante Dezentral 1

Es ist vorgesehen, die vorhandene Anlagentechnik zu ertüchtigen/sanieren. Die Heizkesselanlage für die Torhäuser wurde bereits im Dezember 2014 erneuert. Alle anderen Heizkesselanlagen bleiben erhalten. Lediglich die Umwälzpumpen werden ausgetauscht durch neue effiziente selbstregelnde Pumpen. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass bei dieser Lösung der Primärenergieträger Heizöl nach wie vor eingesetzt wird.

Die Gesamt-Investitionskosten für diese Variante betragen
einschließlich Nebenkosten und einschließlich Mehrwertsteuer **33.000 EUR**

Es wird hierbei von einer jährlichen Energiekosten-Ersparnis von 5 % ausgegangen.

Variante Dezentral 2

Die bereits angesprochene mögliche Erdgaserschließung kommt hier zum Einsatz. Bei der Ölkesselanlage in den Torhäusern wird der Öl-Gebläsebrenner umgerüstet auf einen Gas-Gebläsebrenner. Die vorhandene Öltankanlage wird demontiert. Die Ölkesselanlage im Kloster wird ausgetauscht und ersetzt durch eine erdgasgefeuerte Heizkesselanlage unter Ausnutzung der Brennwerttechnik. Die Erschließung mit Erdgas bis zu jedem Gebäude erfolgt durch die Stadtwerke Rheine.

Alle Heizkesselanlagen in der Scheune, in der Werkstatt und im Bauernhaus bleiben bestehen. Eine Feuerung dieser Anlagen wird lediglich umgerüstet von Flüssiggas auf Erdgas. Der zuvor bereits genannte Austausch der Umwälzpumpen durch effiziente Umwälzpumpen wird ebenfalls vorgenommen.

Die Gesamt-Investitionskosten für diese Variante betragen
einschließlich Nebenkosten und einschließlich Mehrwertsteuer **242.000 EUR**

Unter der Berücksichtigung, dass die mit 500 kW Leistung größte Einzelanlage dieser Liegenschaft saniert wird, gehen wir von einer jährlichen Energiekosten-Ersparnis von 20 % aus. Die tatsächliche Entwicklung der Ersparnis für die kommenden Jahre ist stark abhängig von der Preisentwicklung von Erdgas und Erdöl.

Variante Dezentral 2B

Diese Variante beinhaltet die gleichen Ansatzpunkte wie die Variante Dezentral 2. Nur die Heizungsanlage für das Kloster weist eine Besonderheit auf. Hier ist unter der Berücksichtigung der ökologischen Aspekte geplant für einen Teil der Beheizung und zur Abdeckung der elektrischen Grundlast für das Klostergebäude ein BHKW zu installieren. Es ist ein BHKW mit einer max. thermischen Leistung von 43 kW und einer max. elektrischen Leistung und 20 kW gewählt. Auslegungskriterium für diese Anlagengröße ist der elektrische Lastgang/Grundlast des Klostergebäudes. Die durch das BHKW erzeugte Wärme kann annähernd ganzjährig der Beheizung Kloster zugeführt werden. Zusätzlich zum BHKW wird eine neue Kesselanlage mit zwei Gas-Brennwertkesseln installiert.

Eine Besonderheit der dezentralen Lösung 2 und auch der zuvor genannten Lösung 2B mit einem BHKW besteht darin, dass die genannte Investitionssumme nicht in einem Zuge realisiert werden muss. Es ist möglich, eine stufenweise Realisierung durchaus über mehrere Jahre vorzunehmen, ohne die gewünschte Zielsetzung, Umstellung auf Primärenergie Erdgas sowie regenerativer Anteil durch ein BHKW aus dem Auge zu verlieren.

Als Aufstellort für das BHKW wurden drei Möglichkeiten betrachtet.

Der erste Aufstellort ist im beiliegenden Lageplan der Variante 2B gekennzeichnet. Hier handelt es sich um eine schallschutztechnisch isolierte Garage, die noch den umliegenden denkmalgeschützten Gebäuden angepasst werden muss.

Als zweiter Aufstellort ist der Ölkeller innerhalb des Klosters in Betracht zu ziehen. Die dort vorhandene Öltankanlage kann demontiert werden und somit ist dort ausreichend Platz. Das BHKW ist derart gekapselt, dass keine Geräuschbelästigung entsteht. Die Verbrennungsluftversorgung und Abgasführung stellen bei diesem Aufstellort jedoch ein Problem dar, da diese über die Fassade nach draußen geführt werden müssen. Welche Möglichkeiten es hier im Hinblick auf das denkmalgeschützte Gebäude gibt, ist noch zu prüfen.

Als dritter favorisierter Aufstellort ist die vorhandene Technikzentrale im Dachboden zu sehen. Die Einbringung des BHKW könnte beim Öffnen der Dachhaut zusammen mit der neuen Kesselanlage erfolgen. Die Einbindung in die Heizzentrale gelingt hierbei über kurze Wege. Bei der Zufuhr der Verbrennungsluft und der Abfuhr des Abgases kann ebenfalls der Weg über das Dach genutzt werden. Da diese Variante technisch sowie auch wirtschaftlich am günstigsten ist wird diese in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung aufgeführt.

Die vorgesehene Eigenstromversorgung ist noch mit den derzeitigen Lieferverträgen der Stadtwerke abzustimmen.

Die Gesamt-Investitionskosten für diese Variante betragen
einschließlich Nebenkosten und einschließlich Mehrwertsteuer

327.000 EUR

➤ **Zentrale Lösung**

Hier wird eine zentrale Wärmeversorgungsanlage vorgesehen, die auch als bivalente Anlage ausgeführt werden kann und somit den Einsatz alternativer oder regenerativer Energien ermöglicht. Die Wärmeverteilung erfolgt von dieser Zentrale aus über ein erdverlegtes Rohrleitungsnetz zu den einzelnen Gebäuden.

Variante Zentral 1

Wie bereits geschildert, wird als Aufstellort der hintere Raumbereich der Ökonomie vorgeschlagen. Die Erdgasversorgung bis zu dieser Zentrale erfolgt von den Stadtwerken Rheine. Installiert wird in dieser Zentrale eine erdgasbetriebene Zwei-Kessel-Anlage mit Brennwerttechnik. Die einzelnen Gebäude werden von hier aus mit einer erdverlegten Heizleitung versorgt. Die Trassenführung sowie die Situation der Gebäudeanschlüsse sind im Lageplan dargestellt.

Die Gesamt-Investitionskosten für diese Variante betragen
einschließlich Nebenkosten und einschließlich Mehrwertsteuer **463.000 EUR**

Wir gehen von einer jährlichen Energiekosten-Ersparnis von 20 % aus.

Variante Zentral 2

Bei dieser Variante kommt eine bivalente Anlagentechnik zum Tragen. Es ist vorgesehen, einen Brennwertkessel von ca. 400 kW und einen Heizkessel mit Holz-Hackgut-Feuerung von ca. 200 kW einzubauen. Bei dieser Konstellation ist davon auszugehen, dass 50 bis 60 % der Jahresheizarbeit durch den Brennstoff Holz erbracht werden kann. Die weitere Versorgungssituation stellt sich so dar wie in der Variante Zentral 1 bereits geschildert.

Die Gesamt-Investitionskosten für diese Variante betragen
einschließlich Nebenkosten und einschließlich Mehrwertsteuer **540.000 EUR**

Wir gehen von einer jährlichen Energiekosten-Ersparnis von 25 % aus. Es wird davon ausgegangen, dass der Energiepreis für die Holzhackschnitzel ca. 10 % unter dem Erdgasposten liegt. Bei dieser Anlagenkonstellation ist jedoch zu berücksichtigen, dass der vorzuhaltende Personalaufwand zur „Betreuung der Anlagentechnik“ sowie für die „Organisation der Holz-Bereitstellung“ nicht eingerechnet ist.

Variante Zentral 3

Bei dieser Variante kommt eine bivalente Anlagentechnik zum Tragen. Es ist vorgesehen, einen Brennwertkessel von ca. 400 kW und eine Luft-Wasser-Wärmepumpenanlage mit 200 kW thermischer Leistung einzubauen. Bei dieser Konstellation ist davon auszugehen, dass 50 bis 60 % der Jahresheizarbeit durch die WP-Anlage erbracht werden kann. Die weitere Versorgungssituation stellt sich so dar wie in der Variante Zentral 1 bereits geschildert.

Die Gesamt-Investitionskosten für diese Variante betragen
einschließlich Nebenkosten und einschließlich Mehrwertsteuer **647.000 EUR**

Wir gehen von einer jährlichen Energiekosten-Ersparnis von 25 % aus.

1.2 Erschließung

Im beiliegenden Lageplan sind die Versorgungsstrassen Erdgas und die Heizleitungen dargestellt. Diese führen von der Ökonomie (neue Heizzentrale) ausgehend zu allen Gebäuden. An jedem der zu versorgenden Gebäude wird die Versorgungsleitung in das Gebäude geführt. Innerhalb eines jeden Gebäudes befindet sich eine Übergabestation mit entsprechenden Absperr- und Sicherheitseinrichtungen sowie der Möglichkeit der Verbrauchserfassung.

Die Trassenführung innerhalb des Klosters ist sicherlich als besonders sensibel anzusehen, da die Versorgungsleitungen (Vorlauf und Rücklauf) in der Dimension DN 80 mit Isolierung einen Durchmesser von 250 mm aufweisen und diese von der Gebäudeeinführung aus im Kellergeschoss bis auf den Dachboden zu führen sind. Von hier aus erfolgt der Anschluss an die vorhandene Heizungsanlage.

Bei der dezentralen Lösung, Variante Dezentral 2, Erdgasversorgung für die vorhandenen Heizzentralen, ebenfalls im Lageplan dargestellt, erfolgt die gasseitige Erschließung der Heizzentrale im Kloster über die gleiche Trassenführung, die zuvor genannt die Heizleitungen geführt werden sollen.

1.3 Rückbau Bestand

Nach Installation der Neuanlage bzw. im Zuge der Installation sind die vorhandenen Heizkesselanlagen zu demontieren. Lediglich die auf dem Dachboden des Klosters als 2-Kessel-Anlage installierte Anlage mit einer Gesamtleistung von 500 kW sollte bestehen bleiben. Zum Einen ist es aufgrund der Platzverhältnisse nicht erforderlich, diese auszubauen und weiterhin stellt sich der Ausbau als problematisch und kostenintensiv dar.

Die Flüssiggas-Tankanlage, als Erdtankanlage installiert im Bereich der Ökonomie, kann demontiert oder aber zumindest evakuiert und stillgelegt werden.

1.4 Fazit / Empfehlung

Um eine Entscheidung über die verschiedenen Möglichkeiten herbeizuführen, sind zwei grundsätzliche Fragen zu beantworten.

1) Ist der Energieträger Heizöl noch zeitgemäß?

Die vorhandenen Anlagen Torhäuser und Kloster werden versorgt mit dem Energieträger Heizöl. Dieser hat in der Vergangenheit bereits mehrfach zu Problemen geführt. Grundsätzlich ist die Frage zu stellen, ob Heizöl als fossiler, endlicher Brennstoff heute noch als zeitgemäßer Energieträger für Heizzwecke anzusehen ist.

2) Ist der Einsatz alternativer/erneuerbarer Energien gefordert?

Da die Heizkesselanlage für die Versorgung des Klosters im Dachgeschoss des Klosters installiert ist und aufgrund der Denkmalschutzsituation eine Anlagentechnik, die regenerative Energien innerhalb dieser Zentrale und innerhalb des Klosters nicht installiert werden kann, ist eine zentrale Anlagentechnik für die gesamte Liegenschaft erforderlich.

Sollte dies wie geschildert im Bereich der Ökonomie erfolgen, ist gewährleistet, dass an dieser Stelle auch zukünftig andere Wärmeerzeugungsanlagen in das System eingebunden werden können. Diese Flexibilität ist jedoch mit entsprechenden Investitionskosten verbunden.

Ein Einsatz regenerativer Energien ist mit der Variante 2B realisierbar, in der ein auf den elektrischen Leistungsbedarf angepasstes BHKW im Kloster installiert wird. Bei dieser Konstellation mit dem BHKW mit einer elektrischen Leistung von 20 kW wird aufgrund der hohen Jahresnutzung der Anlage ein gutes wirtschaftliches Ergebnis sowie eine nennenswerte CO₂-Einsparung erreicht.

Wie auch die wirtschaftliche Betrachtung im Folgenden aufzeigt ist diese Ausführungsvariante zu empfehlen, da sie die wirtschaftlichste Lösung darstellt, mit gleichzeitiger Möglichkeit die Gesamtinvestition nicht in einem Zuge realisieren zu müssen.



Die Situation, dass die bestehenden Anlagen im Wesentlichen ein Alter von 20 bis 30 Jahren aufweisen und somit davon auszugehen ist, dass in den kommenden Jahren in jedem Fall Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind, macht es sinnvoll, über ein neues Gesamtversorgungskonzept nachzudenken.

Wie zuvor geschildert, ist grundsätzlich zwischen der zentralen und dezentralen Lösung zu entscheiden. Sollte zukünftig (die nächsten Jahrzehnte) über den Einsatz alternativer Energien oder den Einsatz erneuerbarer Energien nachgedacht werden, ist dieses nur möglich, wenn eine zentrale Versorgungssituation aufgebaut wird.

Es sind somit bei den in der Kostenschätzung genannten Herstellungskosten die sowieso in den kommenden Jahren anstehenden Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist im Zuge der Planung möglich, wenn weitere Parameter exakter abgestimmt sind. Hier sind im Wesentlichen auch ggf. mögliche Sanierungsmaßnahmen im Wärmeschutz der einzelnen Gebäude zu berücksichtigen, die zu einer Reduzierung der erforderlichen Gesamtleistung und der damit verbundenen Heizkostenersparnis führen.

Auch weitere Möglichkeiten der finanziellen Bezuschussung der Sanierungsmaßnahmen, die durch Einsparungen von CO₂-Emissionen in einer bestimmten Größenordnung zu realisieren sind, sind ebenfalls bei einer weitergehenden Bearbeitung der möglichen Sanierungsmaßnahmen zu betrachten.

2. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Im Folgenden ist die Wirtschaftlichkeit der zuvor beschriebenen Sanierungsmöglichkeiten (dezentral Variante 1 und Variante 2 sowie zentral Variante 1 bis Variante 3) dargestellt.

Folgende Parameter wurden dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugrunde gelegt:

➤ **Investition**

Eine Kostenschätzung/Kostenberechnung ist für jede Variante erstellt worden.

➤ **Kapitalkosten**

Es wird für die Kapitalkosten ein Zinsansatz von 3 % gewählt, gleichbleibend für beide Abschreibungszeiträume.

➤ **Verbrauch / Wartung**

Bei der Bestandsanlage wurden die Durchschnittsverbräuche sowie Durchschnittsenergiekosten der letzten 3 Jahre herangezogen. Bei den Bezugskosten für Erdgas werden die Gaspreise der Stadtwerke Rheine zugrunde gelegt. Ebenfalls für die Betriebskosten elektrischer Strom.

Für die jährliche Wartung und Instandhaltung ist eine der Anlagentechnik angepasste Summe gewählt worden.

➤ **CO₂-Emissionen**

Ausgangsbasis für die Ermittlung der CO₂-Einsparung sind die CO₂-Emissionen auf Grundlage der Jahresverbräuche der letzten drei Jahre mit dem Energieträger Erdöl und Erdgas. Die bisherigen Emissionen betragen 235 t/anno.