

Anhang 4 Baustein 3- Feinanalyse
Untersuchung der zentralen Anlagen
für Heizung und Warmwasserbereitung
in Verwaltungsgebäude 1,
Verwaltungsgebäude 2 und Stadtwerke

1.0 Anlagenbestand

- 1.1 Heizkesselanlagen
- 1.2 Verteileranlagen, Heizgruppen
- 1.3 Heizenergiebedarf, Heizlast
- 1.4 Fachtechnische Bewertung

2.0 Konzeption zur Anlagensanierung

- 2.1 Wärmeerzeugung mit Gasbrennwertkessel,
oder Holzhackgutfeuerung
- 2.2 Zentrale Leittechnik für Heizgruppenregelung
- 2.3 Heizenergiebedarf (Einsparpotenzial)
- 2.4 Kostenschätzung, Rentierlichkeit

1.0 Anlagenbestand

1.1 Heizkesselanlagen

Für die vorbeschriebenen Verwaltungsgebäude mit Lager-, Werkstatt- und Archivflächen wird Heizwärme (Pumpenwarmwasser) aus zwei parallel betriebenen Heizzentralen bereitgestellt.

Heizzentrale 'A' befindet sich im Untergeschoss des Verwaltungsgebäudes I: Hier stehen 2 Heizkesselanlagen mit Gasfeuerung in Betrieb; die Kesselanlagen werden parallel betrieben.

	Kessel 1 'A'	Kessel 2 'A'
Fabrikat:	Vaillant	Strebel
Typ:	GP 210-8	CA 7-1
Baujahr:	1990	1984
Nennleistung:	134 kW	157 kW



Heizzentrale Verwaltungsgebäude I

Heizzentrale 'B' befindet sich im Untergeschoss des Verwaltungsgebäudes II, (Nordwest-Trakt). Hier stehen ebenfalls 2 Heizkesselanlagen in Betrieb. Die Kessel sind mit Zweistoffbrennern „Heizöl EL / Erdgas H“ bestückt. Die Umschaltung von Gas- auf Heizölbetrieb erfolgt von Hand. Die Kesselanlagen werden redundant betrieben.

	Kessel 1 'B'	Kessel 2 'B'
Fabrikat:	Strebel	Strebel
Typ:	RU 1-7	RU 1-7
Baujahr:	1984	1984
Nennleistung:	401 kW	401 kW



Heizzentrale Verwaltungsgebäude II

Außer den v.g. Heizkesselanlagen wird in der Heizzentrale 'B' ein gasbeheizter Trinkwasserspeicher betrieben.

Über diesen wird außerhalb der Heizperiode das erforderliche Trink-Warmwasser bereitgestellt.

Im Winterbetrieb erfolgt die Trink-Warmwasser-Bereitung über eine PWW-Konstantgruppe und einen 500 l-Boiler mit integriertem Glattrohrwärmetauscher.

1.2 Verteilerlangen, Heizgruppen

In beiden Heizzentralen ist je ein PWW-Verteiler mit mehreren geregelten und ungeregelten Heizgruppenabgängen angeordnet.

Heizungsumwälzpumpen und Heizwasser-Mischventile (3-Wege-Regelventil) sind in betriebsbereitem Zustand.

Der Heizgruppenverteiler im Heizraum 'A' versorgt 2 Heizgruppen.



PWW-Verteiler, Heizraum 'A'

Der Heizgruppenverteiler im Heizraum 'B' versorgt 7 Heizgruppen.

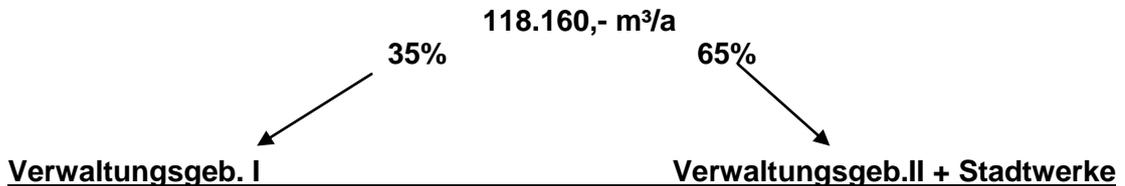


PWW-Verteiler, Heizraum 'B'

Zentrale Regelorgane für den hydraulischen Abgleich der Heizgruppen untereinander sind nicht vorhanden.

1.3 Heizenergiebedarf, Heizlast

Aus den verfügbaren mehrjährigen Aufzeichnungen errechnet sich ein mittlerer Gasverbrauch von 118.160 m³ pro Jahr.
 Dies entspricht einer mittleren Energielieferung von 1.256,- MWh/a.



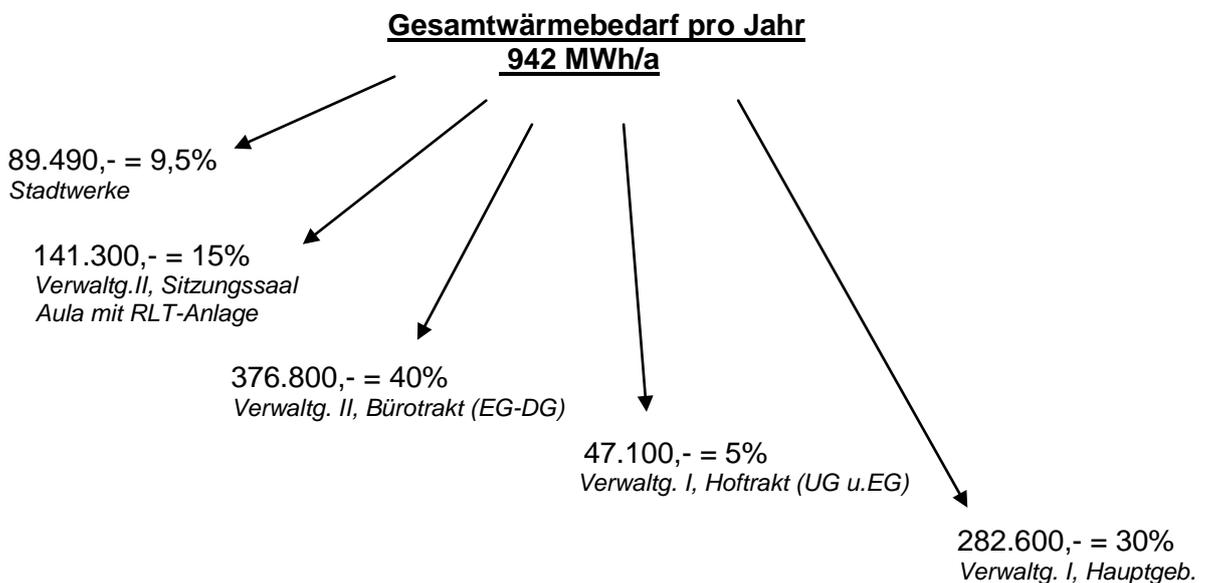
Bereitstellung Heizwärme an die Gebäude mit einem jahreswirkungsgrad von $\eta_{ges.} = ca. 75\%$

Nutzenergie demnach:

$$118.160 \text{ m}^3/\text{a} \times 0,75 \times 10,63 \text{ kWh/m}^3 = \text{rd. } 942 \text{ MWh/a (Heizwärme)}$$

Der Gesamtwärmebedarf der Gebäude beträgt im Mittel 942 MWh/a.

Davon entfallen auf die einzelnen Gebäudetrakte folgende Anteile:



Der Trinkwarmwasserverbrauch für die Reinigungsduschen wird auf 130 m³/a geschätzt (10 Personen à 50 l/Tag, 38°C, an 260 Arbeitstagen im Jahr)

Das entspricht einem Heizwärmebedarf von rd. 4.233 kWh/a bzw. einem Anteil von ca. 0,5% am Gesamtwärmebedarf.

Für die voraufgeführten Gebäudetrakte wurde eine überschlägige Heizlastberechnung durchgeführt. Das Ergebnis ist in der nachstehenden Tabelle dargestellt:

Nr.	Anlage oder Gebäudeteile	Heizlast / kW	Beh. Fläche / m ²	Spez. Heizlast/ W/m ²
1	Stadtwerke	40,-	859,-	47,-
2	Saal u. Aula	90,-	500,-	180,-
3	RLT – Anlage	60,-	- - -	- - -
4	TWW – Boiler	30,-	- - -	- - -
5	Verwaltg. II Büros	230,-	395,-	58,-
6	Verwaltg. I Hoftrakt	20,-	400,-	50,-
7	Verwaltg. I Hauptgebäude	180,-	3.650,-	50,-

Die geschätzte Gesamt-Gebäudeheizlast im Bestand (ohne TWW und RLT) beträgt demnach rd. 650 kW.

Durch bauliche Maßnahmen, wie die Erneuerung von Außenfenstern und die Verbesserung der Wärmedämmung von Dach- und Deckenflächen, sowie von Außenwänden könnte die Gesamt-Gebäudeheizlast wirksam reduziert werden. Für die weitere Betrachtung wird von einer Reduzierung durch Verbesserung von Wärmedämmung und Dichtheit von rd. 16 % ausgegangen.

1.4 Fachtechnische Bewertung

Die bestehenden Anlagen haben die kalkulatorische Nutzungsdauer überschritten.
Nach VDI 2067 sind folgende Fristen anzusetzen:

- Boieranlagen: 15 Jahre;
- Mehrzugkessel ü. 116 kW: 20 Jahre;
- Verteilerarmaturen: 20 Jahre
- Mess- und Regelgeräte: 12 Jahre;
- Abgasrohre: 15 Jahre;
- Heizöllagerbehälter: 15 Jahre;
- Lüftungszentralgeräte: 15 Jahre.

Zur Abschätzung des aktuellen Nutzungsgrades der beschriebenen Wärmeerzeuger werden folgenden Aspekte bewertet:

- Verschleißbedingte Wirkungsgradminderung ($\eta_v = 0,95$)
- Teillastwirkungsgrad der überdimensionierten Anlage ($\eta_{TL} = 0,90$)
- Regeltechnischer Wirkungsgrad ($\eta_R = 0,95$)
- Feuerungstechnischer Wirkungsgrad bei Nennleistung ($\eta_K = 0,92$)

Der mittlere Jahreswirkungsgrad der v.g. Kessel- und Feuerungsanlagen beträgt damit rd. 75%.

Dieser Wert wird nachfolgend unter Pkt. 2.3 für die Ermittlung des Einsparpotenzials in Ansatz gebracht.

Die zu bewertenden Aggregate sind in einem der Standzeit angemessenen betriebstauglichen Zustand.

Kleinere Mängel an der Wärmedämmung und an den Mess- und Regelorganen sollten mit vertretbarem Aufwand zu beheben sein.

Die Rohrnetze zur Wärmeverteilung werden ihrem Alter entsprechend als zu schwach isoliert eingestuft.

Damit einhergehende erhöhte Verteilverluste werden den Gesamtwirkungsgrad der Heizungsanlagen um 2 - 3 Prozentpunkte verschlechtern.

Gleiches gilt für den regeltechnischen Wirkungsgrad.

Die Anlagenbewertung führt damit zu einem mittleren Jahresnutzungsgrad der vorhandenen PWW - Heizungsanlagen von rd. 70%.

Zum Vergleich sei der Jahresnutzungsgrad einer modernen, energiesparenden Heizungsanlage mit 95% gegenübergestellt.

2.0 Konzeption der Anlagensanierung

2.1 Wärmeerzeugung mit Gasbrennwertkessel, oder Holzhackgutfeuerung

Außer Frage steht, dass die vorhandenen Kessel- und Feuerungsanlagen erneuerungsbedürftig sind.

Betriebssicherheit und wirtschaftlicher, energiesparender Betrieb sind mit den vorhandenen Anlagen nicht zu gewährleisten.

Vorausgesetzt, die im Teil >Gebäudesanierung< dieser Studie vorgeschlagenen Verbesserungen von Wärmedämmung und Dichtigkeit verschiedener Bauteile werden umgesetzt, ergibt sich für die Auslegungsheizlast ein reduzierter Wert von, geschätzt, 545 kW.

Zur Sanierung der zentralen Anlagen (Kessel, Verteiler, Mess- und Regeltechnik) wird neben der Standardvariante >Gas-Brennwertkessel< als Alternative die Errichtung einer >Holzhackgutanlage< als Nahwärmekonzept untersucht.

Das Sanierungskonzept beschränkt sich auf die o.g. zentralen Anlagen.

Ein bedeutendes Energieeinsparpotenzial wird darüber hinaus bei der vorhandenen raumluftechnischen Anlage der Aula erkannt.

Hier sollte unabhängig von den Entscheidungen zur Zukunft der Wärmeerzeugung ein Nutzungskonzept erstellt, und eine entsprechende Erneuerung der raumluftechnischen Anlage durchgeführt werden.

In diesem Zusammenhang wären auch die sonstigen technischen und baulichen Belange zu prüfen, bezüglich ihrer Konformität mit der Versammlungsstätten-Verordnung.

Durch die in den zurückliegenden Jahren bereits realisierten Verbesserungen an der Gebäudehülle ergibt sich für die vorh. Heizflächen die Möglichkeit mit abgesenkten Heizmitteltemperaturen ausreichend Heizwärme abzugeben.

Dies kommt dem Betrieb der stufenlos geregelten Feuerungsleistung einer Brennwert-Kesselanlage entgegen.

Moderne Brennwert-Kesselanlagen für Erdgasbetrieb modulieren ihre Feuerungsleistung witterungsabhängig, stufenlos zwischen 18 und 100% der Nennleistung bei gleichbleibendem Wirkungsgrad.

Mit der gleichzeitigen Nutzung der Kondensationswärme aus dem Abgas ergibt sich ein hoher Jahreswirkungsgrad von 98 % und damit ein sparsamer Energieverbrauch (Gasverbrauch).

Hinsichtlich der Umweltverträglichkeit ist die Gasfeuerung mit einem CO₂-Ausstoß von rd. 110,- t/a zu bewerten.

Die NO_x – (CO) Emission G20 liegt zwischen 50 und 60 mg/kWh.

Ein CO₂-neutraler Heizbetrieb ist mit sog. nachwachsenden Rohstoffen möglich.

Hier wird die Verwendung von Holzhackgut zu bewerten sein.

Dies auch unter Berücksichtigung der Bewirtschaftung der stadteigenen Wälder.

Kesselanlagen zur Holzhackgutfeuerung erreichen einen Wirkungsgrad-optimierten Betrieb zusammen mit ausreichend groß bemessenen, gut isolierten Pufferspeichern.

Die Kesselanlagen werden dabei mit annähernd konstantem feuerungstechnischen Wirkungsgrad betrieben, was einen rel. hohen Jahresnutzungsgrad von 86 % ermöglicht.

Der mit dem Abgas emittierte CO₂-Ausstoß (rd. 164,- t/a) gilt als Klimaneutral, da die Emission von nachwachsender Biomasse kompensiert wird.

2.2 Zentrale Leittechnik für Heizgruppenregelung

Sparsamer Umgang mit Heizenergie gelingt mit dem Einsatz modular aufgebauter, moderner Regelanlagen.

Als Minimalausstattung hat eine komplexe Anlage außer dem zentralen, digitalen Regler eine übergeordnete Gebäudeleittechnik.

Messen, Kontrollieren, Einwirken, Dokumentieren sind die Anforderungen an den Betreiber. Auch wenn die grundsätzlichen Regelaufgaben automatisch erledigt werden, kann ohne die regelmäßige Kontrolle von Messdaten, und das evtl. erforderliche korrigierende Einwirken auf die Prozesse der Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung ein unwirtschaftlicher Betriebszustand platzgreifen.

Es wird daher im Rahmen des Sanierungskonzeptes auch die Erneuerung der Mess- und Regeltechnik empfohlen.

2.3 Heizenergiebedarf (Einsparpotenzial)

Als Grundlage für die Entscheidung zur weiteren Projektierung der einen oder anderen Sanierungsvariante soll das erzielbare Energie-Einsparpotenzial ermittelt werden.

Der aktuelle mittlere, jährliche Gasverbrauch beträgt 118.160 m³/a oder 1.256,- MWh/a.

Dies entspricht bei einem moderaten Gaspreis von 0,057 €/kWh netto jährlichen Brennstoffkosten

von rd. 71.600,- €/a. Durch die empfohlene Verbesserung der Wärmedämmung und Dichtigkeit von Bauteilen ist ein Einsparpotenzial von ca. 10% (rd. 7.000,- €/a) zu erzielen.

Der verbleibende Restbetrag von 64.600 €/a kann durch den Einsatz neuer Gas-Brennwertkessel und neuer MSR-Technik um ca. 20% (rd. 12.958,- €/a) reduziert werden.

Beim Einsatz der umweltverträglichen Holz-Hackgutfeuerung und neuer MSR-Technik ergibt sich wegen des kleineren Nutzungsgrades (86 %) ein geringeres Energieeinsparpotenzial von ca. 11%, das jedoch, der im Vergleich zu Erdgas um 30 % niedrigeren Brennstoffkosten wegen, mit rd. 29.320,- €/a zu bewerten ist.

2.4 Kostenschätzung, Rentierlichkeit

Für die Kostenschätzung werden Kostenkenngrößen von Referenzanlagen ermittelt. Es werden drei Sanierungsvarianten bewertet.

Variante 1

Gaskesselanlagen in den zwei vorh. Heizzentralen werden erneuert.

Kesselanlagen in Gasbrennwerttechnik in zwei bestehenden Heizzentralen mit der entsprechenden Schornsteinsanierung und Erneuerung der MSR-Technik für 10 Heizgruppen. Für die Gewährleistung der erforderlichen Betriebssicherheit werden jeweils 2 Stück Kesselanlagen vorgesehen mit einer Nennleistung von 1 x 70 % und 1 x 30 % der Auslegungsheizlast.

Variante 2

Konzentration der Wärmeerzeugung in einer Heizzentrale mit neuen Gaskesselanlagen.

Erneuerung der Kesselanlagen in Gasbrennwerttechnik in der Heizzentrale des Verwaltungsgebäudes II mit der entsprechenden Schornsteinsanierung und Erneuerung der MSR-Technik für 10 Heizgruppen und Ergänzung des Rohrnetzes zur Wärmelieferung ins Verwaltungsgebäude I (Nahwärmekonzept).

Variante 3

Konzentration der Wärmeerzeugung in einer Heizzentrale mit Holz-Hackgutfeuerung.

Erneuerung der Kesselanlagen als Biomassekessel in der Heizzentrale des

Verwaltungsgebäudes II mit Pufferspeicher und Lager für Holzhackgut-Bevorratung, sowie Erneuerung der MSR-Technik für 10 Heizgruppen und Ergänzung des Rohrnetzes zur Wärmelieferung ins Verwaltungsgebäude I (Nahwärmekonzept).

Tabelle Kostenschätzung

Sanierungskonzept	Variante 1 <u>Gaskesselanlagen</u> in den zwei vorh. <u>Heizzentralen</u> werden erneuert.	Variante 2 <u>Konzentration der</u> <u>Wärmeerzeugung in</u> <u>einer Heizzentrale</u> mit neuen <u>Gaskesselanlagen.</u>	Variante 3 <u>Konzentration der</u> <u>Wärmeerzeugung in</u> <u>einer Heizzentrale</u> mit Holz- <u>Hackgutfeuerung.</u>
Brennwertkessel 370 kW	-----	25.500,-	-----
Brennwertkessel 240 kW	18.000,-	-----	-----
Brennwertkessel 175 kW	-----	16 000,-	-----
Brennwertkessel 120 kW	8.800,-	-----	-----
Brennwertkessel 105 kW	8.200,-	-----	-----
Brennwertkessel 80 kW	7.700,-	-----	-----
Holzhackgutkessel 300 kW	-----	-----	65.500,-
Holzhackgutkessel 245 kW	-----	-----	54.500,-
Schornsteinsanierung	18.300,-	11.300,-	16.000,-
Brennstofflager (100 m ³)	-----	-----	60.000,-
Pufferspeicher (9000 l)	-----	-----	18.000,-
Nahwärmeversorgung (Rohrleitung, Tiefbau und Pumpe)	-----	15.000,-	15.000,-
Mess- u. Regeltechnik mit Fernwartungsmodul	42.000,-	35.200,-	41.000,-
Gesamt: € netto	103.000,-	103.000,-	270.000,-
Einsparpotenzial € netto	12.958,-	12.958,-	29.320,-
Jahresbrennstoffkosten € netto	51.642,-	51.642,-	35.280,-
Bewertung der Rentierlichkeit bei Amortisationszeit von ca. 10 Jahren	1,26	1,26	1,09
Jährl. Kosten (€ netto) für Wartung und Instandhaltung, 1,5% - 3,0% der Investition	1,5% 1.545,-	1,5% 1.545,-	2,0% bis 3,0% 5400 bis 8100,-