

**Technisches und wirtschaftliches Konzept zur Auslegung eines BHKW im Rathaus Bornheim sowie
Stellungnahme zur Umrüstung der Wärmezentrale und Errichtung eines zweiten Kessels
– Dipl.-Ing. Steffen Roß, WiRo Energie & Konnex Consulting GmbH, 21.04.2013 –**

1 Wesentliche Ergebnisse und Empfehlung als Zusammenfassung vorweg

Im Rathaus der Stadt Bornheim sollte ein bereits ausgeschriebener Brennwertkessel zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit installiert werden. Ein weiterhin zu installierendes BHKW mit 50 kW_{el} und 81 kW_{th} kann die notwendige Installation des Brennwertkessels nicht ersetzen. Gleichwohl trägt das BHKW erheblich zur Wirtschaftlichkeit der Wärme- und Stromversorgung bei, indem es die Jahresbetriebskosten der Strom- und Wärmeversorgung erheblich senkt.

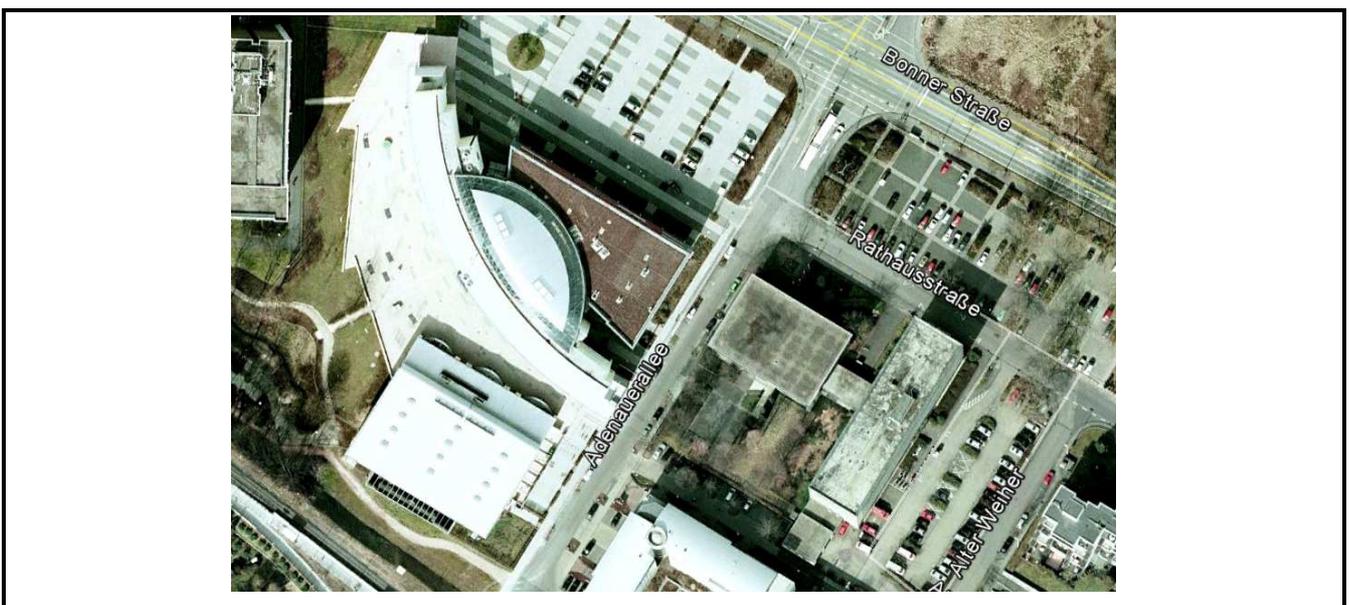
Das BHKW senkt die Gesamtbetriebskosten der Energieversorgung um rund 26.800 Euro pro Jahr (netto), wodurch ein ROI von 4,65 Jahren für die ermittelte Investition von rund 125.000 Euro (netto) erreicht wird. Unter Berücksichtigung des Kapitaldiens-tes (Vollkostenbetrachtung) werden immer noch rund 12.200 Euro (netto) pro Jahr an Kosten eingespart, so dass sich nach 10 Jahren ein Gesamteinsparung in Höhe von 122.000 Euro (netto) ergibt. Diese wird bei weiter steigenden Strompreisen entsprechend höher ausfallen. Zudem kann auf die Ersatz-Investition eines neuen Notstrom-Aggregates verzichtet werden.

Die CO₂-Emissionen können darüber hinaus um 61 Tonnen pro Jahr, entsprechend 13,5 % gesenkt werden.

Es wird empfohlen, den Brennwertkessel und das BHKW im Rathaus Bornheim zu installieren!

2 Hintergrund und Zielsetzung

Das Rathaus der Stadt Bornheim wurde in den vergangenen Jahren im Rahmen des Konjunkturpaketes II energetisch saniert. Hierbei wurden insbesondere das Dach und die Fassade umfassend saniert, so dass der Wärmebedarf des Rathauses erheblich gesunken ist. An das Rathaus ist auch noch der rückwärtige Sitzungstrakt sowie das städtische Gymnasium und die Feuerwehr-Fahrzeughalle wärmeseitig angeschlossen. Zum Gymnasium wurde eine längere Nahwärmeleitung verlegt. Das nachfolgende Luftbild aus dem Jahr 2005 zeigt die wärmeseitig angeschlossenen Gebäude in der Übersicht.



Die Heizkesselanlage besteht aus einem Brennwertkessel (Viessmann VSB 37; 370/408 kW ; Baujahr unbekannt; etwa 1995 bis 2000) und einem Niedertemperaturkessel (Viessmann Vitorond 200 VD2; 780 kW ; Baujahr 2001).



Die beiden Kessel und der Heizkreisverteiler sind auf den nachfolgenden Fotos zu sehen. Der linke Brennwertkessel ist inzwischen defekt. Der noch in Betrieb befindliche Niedertemperaturkessel kann zwar zur Zeit die komplette Beheizung übernehmen. Die Sicherheit der Wärmeversorgung ist allerdings eingeschränkt und der Jahresnutzungsgrad ist auch deutlich höher als bei einem Brennwertkessel.

Es wurde bereits eine Ausschreibung für die Erneuerung des zweiten Kessels durchgeführt. Die Politik hat allerdings noch keine Vergabe getätigt und die Zuschlagsfrist endet Mitte April 2013. Der Grund für die bisherige Verweigerung des Zuschlags ist die Idee, das im Rathaus vorhandene Notstromaggregat durch ein BHKW zu ersetzen und mit diesem BHKW die notwendige Zusatzheizleistung zur Verfügung zu stellen.

Das vorhandene Notstromaggregat (vgl. nachfolgende Fotos) stammt aus dem Jahr 1967/68 und hat eine Leistung von 77 kVA bei einem $\cos \phi$ von 0,8. Die elektrische Wirkleistung beträgt also rund 61 kW_{el}.



Das Notstromaggregat wurde errichtet, weil das Rathaus als Notfalllagezentrum im Krisenfall genutzt wird. Durch die Bereitstellung eines mit einer Batterie gepufferten USV-Stromkreises für die wichtigsten elektrischen Anwendungen sind nach Aussage der städtischen Vertreter die Anforderungen an das Notstromaggregat hinsichtlich Anlaufsicherheit offenbar nicht ganz so hoch

wie üblich. Dadurch wurde das teilweise nicht ganz zuverlässig anlaufende Notstromaggregat bisher nicht erneuert. Die dafür veranschlagten 60.000 Euro würde die Stadt Bornheim auch nur ungern investieren.

Im Rathaus wurde im Zuge der Sanierung eine eigene Notstromschiene gebildet. Die geschätzte maximale Leistung auf der Notstromschiene beträgt etwa 40 kW. Im Vergleich dazu: Die maximale Gesamtleistung des Rathauses beträgt 70 kW. Ein BHKW mit Notstromfunktion sollte also mindestens 40 kW_{el} als Leistung haben – eher etwas mehr.

Der Heizverteiler besteht aus folgenden Heizkreisen (die Kennung WMZ bedeutet „Wärmebedarf wird über Wärmemengenzähler erfasst“):

- Hauptvor- und –rücklauf von den parallel einspeisenden Heizkesseln (WMZ)
- Heizkreis Statische Heizung Gymnasium (WMZ)
- Heizkreis Rathaus Süd-Ost-Trakt (WMZ)
- Heizkreis Statische Heizung Südseite (WMZ)
- Heizkreis Statische Heizung Anbau (= Sitzungstrakt)
- Heizkreis Statische Heizung Fahrzeughalle (Feuerwehr; WMZ)

Offenbar besitzt der Sitzungstrakt keinen Wärmemengenzähler und der Wärmebedarf kann nur als Differenzwert ermittelt werden. Die Wärmeverbräuche werden über ein Energiecontrollingsystem erfasst und stehen für die Auswertung zur Verfügung.

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) hat seit August 2012 durch die Erhöhung der KWK-Zuschläge sowie die weiter stetig steigenden Umlagen für die Stromlieferung aus dem Netz (insbesondere die erhöhte EEG-Umlage seit 01.01.2013) einen deutlichen Schub in Richtung erhöhter Wirtschaftlichkeit bekommen. Hinzu kommt ein nur unwesentlich steigender und auf relativ niedrigem Preisniveau befindlicher Erdgaspreis.

Besonders wirtschaftlich ist dabei der Eigenbetrieb der KWK-Anlage für die Erzeugung von Wärme und Strom zur eigenen Nutzung. Der so erzeugte Strom ist von der Stromsteuer und auch sämtlichen Umlagen befreit. Selbst kürzlich angestrebte politische Initiativen zur Ergreifung einer EEG-Umlagepflicht für eigenerzeugten Strom sind bisher gescheitert. Und Netzentgelte fallen für eigenerzeugten Strom natürlich auch nicht an. Zusätzlich zum Wert des eigenerzeugten BHKW-Stroms (= vermiedene Strombezugskosten) wird sogar noch der KWK-Zuschlag on top ausgezahlt.

Unterm Strich sind sogenannte Blochheizkraftwerke (BHKW = kompakte und am Stück gelieferte KWK-Anlagen) zur Zeit so wirtschaftlich wie seit 10 bis 15 Jahren nicht mehr.

Vor diesem Hintergrund wurden WiRo Consultants von der Stadt Bornheim aufgefordert, die Machbarkeit einer BHKW-Installation im Rathaus Bornheim sowie ein technisch-wirtschaftliches Konzept für ein BHKW im Rathaus Bornheim zu erstellen.

Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob der bereits ausgeschriebene Erdgas-Brennwertkessel wie vorgesehen installiert werden sollte.

3 Strom- und Erdgaspreise gültig ab Januar 2013 sowie Strom- und Erdgasverbräuche

3.1 Strompreise

Im Vorfeld zur ersten Wirtschaftlichkeitsbetrachtung haben WiRo Consultants bereits die ab 2013 geltenden Strompreise analysiert. Der für den BHKW-Betrieb anlegbare Stromarbeitspreis (ohne Leistungskostenanteil) liegt bei rund 17,22 Ct./kWh (netto).

		Rathaus 2012	Rathaus "2013"	Gymnasium 2012	Gymnasium "2013"
Strombedarf Wirkarbeit gesamt	kWh/a	203.452	203.452	286.225	286.225
Leistungsbedarf (Jahres-Spitzenleistung)	kW	70,00	70,00	130,40	130,40
Jahresvollbenutzungsdauer des Strombezugs	h/a	2.906	2.906	2.195	2.195
Netto-Preiskomponenten der Energielieferung					
Stromarbeitspreis	Ct./kWh	6,5100	6,5100	6,5100	6,5100
Wirkarbeitskosten	Euro/a	10.935,76	10.935,76	18.633,25	18.633,25
Regelsatz EEG-Abgabe	Ct./kWh	3,5920	5,2770	3,5920	5,2770
EEG-Kosten gesamt	Euro/a	7.308,00	10.736,16	10.281,20	15.104,09
Kosten EEG-Abgabe	Euro/a	6.033,99	8.864,52	10.281,20	15.104,09
Gewichtete result. EEG-Abgabe anlegbar bei Strom-Eigennutzung	Ct./kWh	3,5920	5,2770	3,5920	5,2770
Stromsteuer	Ct./kWh	2,0500	2,0500	2,0500	2,0500
Kosten Stromsteuer	Euro/a	3.443,67	3.443,67	5.867,61	5.867,61
Gesamtkosten Energielieferung	Euro/a	20.413,42	23.243,95	34.782,06	39.604,95
Durchschnittspreis Energielieferung bei Strom-Eigennutzung	Ct./kWh	12,152	13,837	12,152	13,837
Gesamt-Jahreskosten Energielieferung Strom	Euro/a	20.413,42	23.243,95	34.782,06	39.604,95
Netto-Preiskomponenten Netzentgeltabrechnung (Entnahme Umsp MS/NS!)					
Netznutzung Wirkarbeitspreis	Ct./kWh	2,81	2,91	2,81	2,91
Konzessionsabgabe (Sonderkunde)	Ct./kWh	0,11	0,11	0,11	0,11
Kosten Netznutzung Wirkarbeit und KA	Euro/a	4.905,13	5.073,12	8.357,77	8.644,00
Durchschnittspreis Netznutzung Wirkarbeit + KA	Ct./kWh	2,92	3,02	2,92	3,02
KWK-Umlage erste 100.000 kWh/a	Ct./kWh	0,002	0,126	0,002	0,126
KWK-Umlage weitere ab 100.001 kWh/a	Ct./kWh	0,050	0,060	0,050	0,060
Gesamtkosten KWK-Umlage	Euro/a	53,73	188,07	95,11	237,74
Durchschnittskosten KWK-Umlage	Ct./kWh	0,0264	0,0924	0,0332	0,0831
Anlegbare KWK-Umlage bei Stromeigennutzung	Ct./kWh	0,050	0,060	0,050	0,060
§19 StromNEV-Umlage erste 100.000 kWh/a	Ct./kWh	0,151	0,329	0,151	0,329
§19 StromNEV-Umlage weitere ab 100.001 kWh/a	Ct./kWh	0,050	0,050	0,050	0,050
Gesamtkosten §19 StromNEV-Umlage	Euro/a	202,73	380,73	244,11	422,11
Durchschnittskosten §19 StromNEV-Umlage	Ct./kWh	0,0996	0,1871	0,0853	0,1475
Anlegbare §19 StromNEV-Umlage bei Stromeigennutzung	Ct./kWh	0,050	0,050	0,050	0,050
Offshore-Haftungsumlage erste 1.000.000 kWh	Ct./kWh		0,250		0,250
Offshore-Haftungsumlage weitere ab 1.000.001 kWh	Ct./kWh		0,050		0,050
Gesamtkosten Offshore-Haftungsumlage	Euro/a		301,73		343,11
Durchschnittskosten Offshore-Haftungsumlage	Ct./kWh		0,1483		0,1199
Anlegbare Offshore-Haftungsumlage bei Stromeigennutzung	Ct./kWh		0,25		0,25
Gesamtarbeitskosten Netznutzung	Euro/a	5.161,59	5.943,65	8.696,99	9.646,96
Durchschnittsarbeitspreis Netznutzung	Ct./kWh	2,5370	2,9214	3,0385	3,3704
Anlegbarer Durchschnittsarbeitspreis Netz HT bei Eigenstromnutzung	Ct./kWh	3,0200	3,3800	3,0200	3,3800
Jahresleistungspreis	Euro/kW*a	6,57	11,53	6,57	11,53
Jahresleistungskosten	Euro/a	459,90	807,10	856,73	1.503,51
Kosten für singular genutzte Betriebsmittel	Euro/a	176,40	176,40	489,60	489,60
Kosten Messstelle	Euro/a	124,16	134,63	124,16	134,63
Kosten Messung	Euro/a	177,08	175,03	177,08	175,03
Kosten Abrechnung	Euro/a	294,98	297,85	294,98	297,85
Gesamtkosten Netznutzung Leistung und Messung	Euro/a	1.232,52	1.591,01	1.942,55	2.600,62
Gesamtkosten Strombezug (netto)	Euro/a	26.807,53	30.778,61	45.421,60	51.852,53
Gesamt-Durchschnittspreis elektrische Energie netto	Ct./kWh	13,1763	15,1282	15,8692	18,1160
Für Eigenstromnutzung anlegbarer Stromarbeitspreis netto	Ct./kWh	15,1720	17,2170	15,1720	17,2170

3.2 Erdgaspreise

Die Erdgaspreise ab 2013 setzen sich aus folgenden Preiskomponenten (netto) zusammen:

- Erdgasarbeitspreis: 3,84 Ct./kWh_{Ho}

- Energiesteuer: 0,55 Ct./kWh_{H₀}
- Regelerneuerumlage: 0,08 Ct./kWh_{H₀}
- Erdgas-Grundpreis: 250,00 Euro pro Monat

Der Gesamt-Erdgasarbeitspreis beträgt damit 4,47 Ct./kWh_{H₀}.

Die Mehr-Erdgaskosten für den Betrieb eines BHKW sind dann mit dem Netto-Preis von 4,47 Ct./kWh_{H₀} zu berechnen.

3.3 Monats-Stromverbräuche des Rathauses und des Gymnasiums

Die nachfolgende Tabelle zeigt die monatlichen Stromverbräuche für das Rathaus und das Gymnasium Bornheim 2012. Das Rathaus ist nach energetischer Sanierung erst am 09.03.2012 wieder in Betrieb gegangen. Daher sind die tatsächlichen Stromverbrauchswerte bis zum 9.3.2012 sehr niedrig. Für die Ableitung der zukünftig zu erwartenden Stromverbräuche („Baseline ab 2013“) wurden für Januar bis März Abschätzungen auf Basis der Stromverbräuche April bis November 2012 vorgenommen.

Die für Dezember in rot dargestellten Dezemberwerte des Gymnasiums sind Schätzwerte, die auf Grundlage der Vorjahre ermittelt wurden, da für Dezember noch keine Abrechnung vorlag. Der Dezember-Verbrauch für das Rathaus konnte dem Lastgang entnommen werden.

Monat	Stromverbrauch Gymnasium (als Baseline ab 2013) in kWh _{el}	Stromverbrauch Rathaus (als Baseline ab 2013) in kWh _{el}		
Jan 12	27.803	18.000	1.519	Jan 12 (San. RH)
Feb 12	26.715	18.000	1.399	Feb 12 (San. RH)
Mrz 12	27.871	18.000	14.389	Mrz 12 (San. RH)
Apr 12	18.263	17.214		
Mai 12	21.292	17.668		
Jun 12	23.758	15.110		
Jul 12	13.266	15.511		
Aug 12	16.607	15.218		
Sep 12	26.189	15.431		
Okt 12	24.678	17.146		
Nov 12	31.783	18.379		
Dez 12	28.000	17.775		
Summe	286.225	203.452		

3.4 Monats-Erdgasverbräuche des Rathauses

Gymnasium und Rathaus werden über eine gemeinsame Heizzentrale im Rathaus mit Wärme versorgt. Daher gibt es auch nur für das Rathaus einen Erdgasverbrauch. Die nachfolgende Tabelle zeigt die monatlichen klimabedingten und klimabereinigten Erdgasverbräuche für das Rathaus 2010 bis 2012.

Monat	Anteil Erdgas für Grundlast Nahwärmenetz und WWB in kWh _{H₀}	Gasverbrauch Rathaus 2010 in kWh _{H₀}	Erdgasverbrauch 2010 nur Raumheizung in kWh _{H₀}	Verhältnis Gradtagszahl zu langjährig. Mittel 2010	Klimabereinigter Erdgasverbrauch nur Raumheizung 2010 in kWh _{H₀}	Gasverbrauch Rathaus 2011 in kWh _{H₀}	Erdgasverbrauch 2011 nur Raumheizung in kWh _{H₀}	Verhältnis Gradtagszahl zu langjährig. Mittel 2011	Klimabereinigter Erdgasverbrauch nur Raumheizung 2011 in kWh _{H₀}	Gasverbrauch Rathaus 2012 in kWh _{H₀}	Erdgasverbrauch 2012 nur Raumheizung in kWh _{H₀}	Verhältnis Gradtagszahl zu langjährig. Mittel 2012	Klimabereinigter Erdgasverbrauch nur Raumheizung 2012 in kWh _{H₀}
Jan	23.000	353.459	330.459	1,12	295.053	331.222	308.222	0,88	350.252	250.845	227.845	0,98	232.495
Feb	23.000	279.166	256.166	1,12	228.720	251.612	228.612	0,88	259.786	294.914	271.914	0,98	277.463
Mrz	23.000	220.360	197.360	1,12	176.214	179.240	156.240	0,88	177.545	171.887	148.887	0,98	151.926
Apr	23.000	123.758	100.758	1,12	89.963	76.042	53.042	0,88	60.275	135.377	112.377	0,98	114.670
Mai	23.000	107.344	84.344	1,12	75.307	42.901	19.901	0,88	22.615	56.562	33.562	0,98	34.247
Jun	23.000	33.542	10.542	1,12	9.413	37.369	14.369	0,88	16.328	26.810	3.810	0,98	3.888
Jul	23.000	24.163	1.163	1,12	1.038	74.880	51.880	0,88	58.955	23.935	935	0,98	954
Aug	23.000	34.322	11.322	1,12	10.109	23.364	364	0,88	414	23.649	649	0,98	662
Sep	23.000	54.128	31.128	1,12	27.793	38.125	15.125	0,88	17.188	24.005	1.005	0,98	1.026
Okt	23.000	124.631	101.631	1,12	90.742	130.270	107.270	0,88	121.898	84.396	61.396	0,98	62.649
Nov	23.000	212.014	189.014	1,12	168.763	156.470	133.470	0,88	151.670	180.614	157.614	0,98	160.831
Dez	23.000	369.564	346.564	1,12	309.432	223.503	200.503	0,88	227.844	249.004	226.004	0,98	230.616
Summe	276.000	1.936.451	1.660.451		1.482.546	1.564.998	1.288.998		1.464.770	1.521.998	1.245.998		1.271.427

Der Erdgasanteil für die Grundlast durch das Nahwärmenetz und die Warmwasserbereitung beträgt ca. 23.000 kWh_{H₀} pro Monat, also ca. 276.000 kWh_{H₀} pro Jahr. Dieser muss für die Klimabereinigung des Erdgasverbrauchs subtrahiert werden um nur den klimabedingten Erdgasverbrauch über die Außentemperatur zu bereinigen.

Zur Bereinigung des Erdgasverbrauchs wurden die von der IWU veröffentlichten Zahlen herangezogen. Das Verhältnis der Gradtagszahl zum langjährigen Mittel betrug im Jahr 2010 1,12 in 2011 0,88 und in 2012 0,98 an der Wetterstation Düsseldorf.

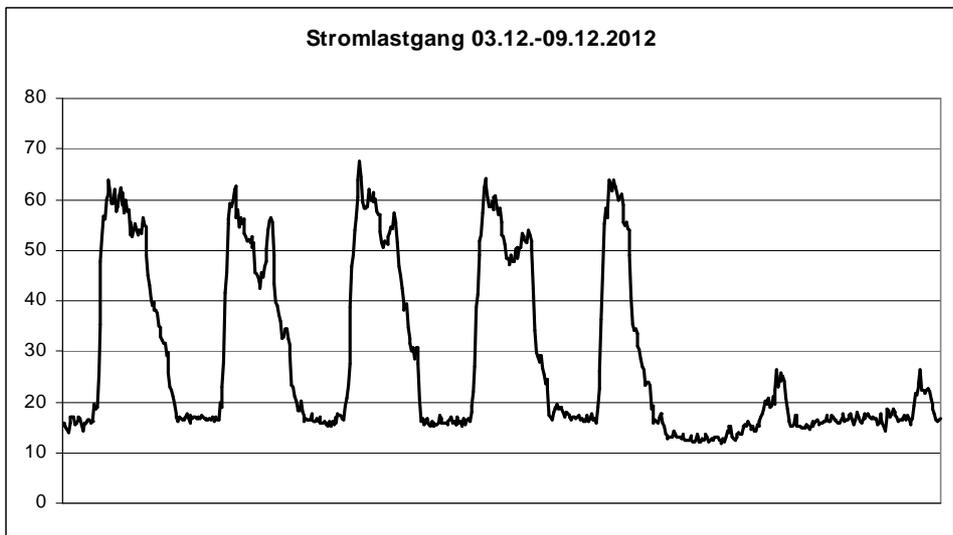
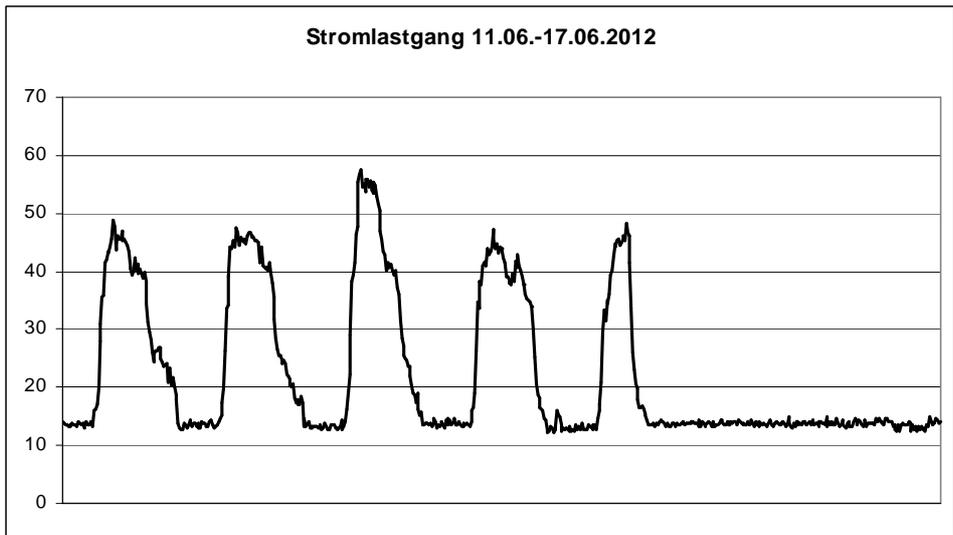
Monat	Mittlerer klimabereinigter, Erdgasverbrauch Raumheizung 2010-2012 in kWh _{H₀}	Anteil Erdgas für Grundlast Nahwärmenetz und WWB in kWh _{H₀}	Mittlerer klimabereinigter Erdgasverbrauch 2010-2012 gesamt in kWh _{H₀}	Arbeitspreis ohne Energiesteuer u. Regenergieumlage in Ct/kWh	Arbeitskosten ohne Energiesteuer u. Regenergieumlage in €	Energiesteuer in Ct/kWh	Energiesteuerkosten in €	Regenergieumlage in Ct/kWh	Kosten für Regenergieumlage in €	Gundpreis in €	Kosten Gesamt in €
Jan	292.600	23.000	315.600	3,84	12.119	0,55	1.736	0,08	252	250	14.357
Feb	255.323	23.000	278.323	3,84	10.688	0,55	1.531	0,08	223	250	12.691
Mrz	168.562	23.000	191.562	3,84	7.356	0,55	1.054	0,08	153	250	8.813
Apr	88.303	23.000	111.303	3,84	4.274	0,55	612	0,08	89	250	5.225
Mai	44.056	23.000	67.056	3,84	2.575	0,55	369	0,08	54	250	3.247
Jun	9.876	23.000	32.876	3,84	1.262	0,55	181	0,08	26	250	1.720
Jul	20.316	23.000	43.316	3,84	1.663	0,55	238	0,08	35	250	2.186
Aug	3.728	23.000	26.728	3,84	1.026	0,55	147	0,08	21	250	1.445
Sep	15.335	23.000	38.335	3,84	1.472	0,55	211	0,08	31	250	1.964
Okt	91.763	23.000	114.763	3,84	4.407	0,55	631	0,08	92	250	5.380
Nov	160.421	23.000	183.421	3,84	7.043	0,55	1.009	0,08	147	250	8.449
Dez	255.964	23.000	278.964	3,84	10.712	0,55	1.534	0,08	223	250	12.720
Summe	1.406.248	276.000	1.682.248		64.598		9.252		1.346	3.000	78.196

Die klimabereinigten Erdgasverbräuche dienen zur Berechnung der einzelnen Bestandteile der Erdgaskosten.

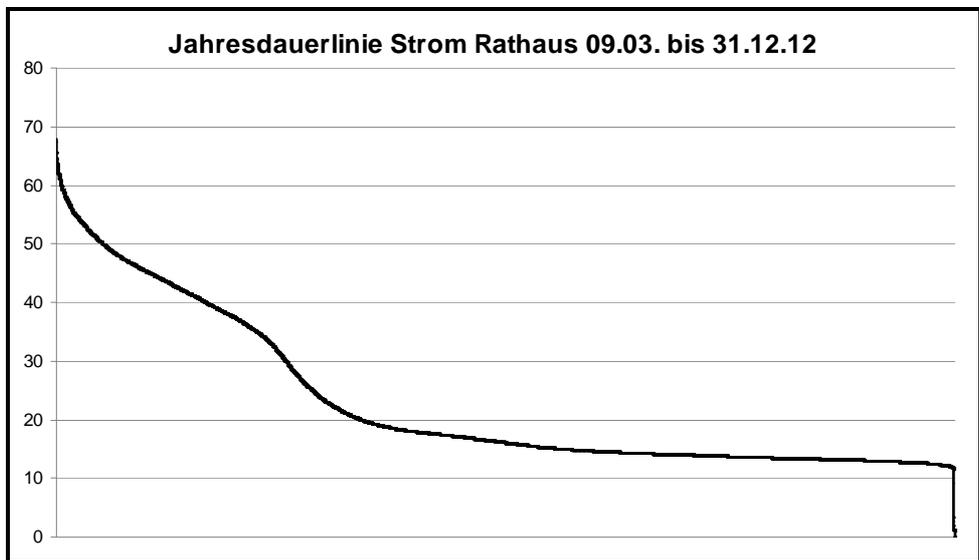
3.5 Geordnete Jahresdauerlinien für Strom und Erdgas des Rathauses

Da geprüft werden soll, ob ein BHKW im Rathaus eine technische sinnvolle und wirtschaftliche Lösung darstellt, müssen auch die Lastgänge des Rathauses für Strom und Erdgas genauer analysiert werden.

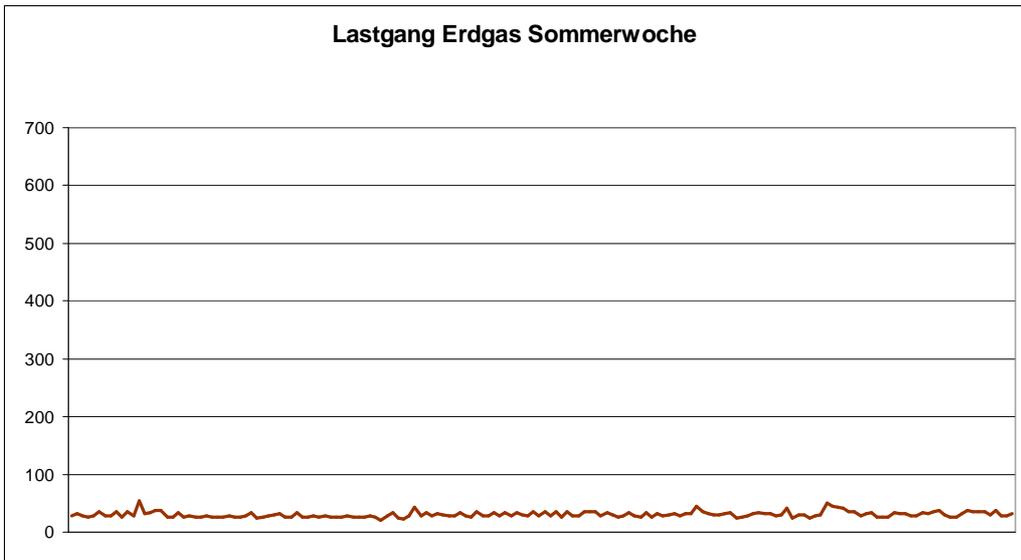
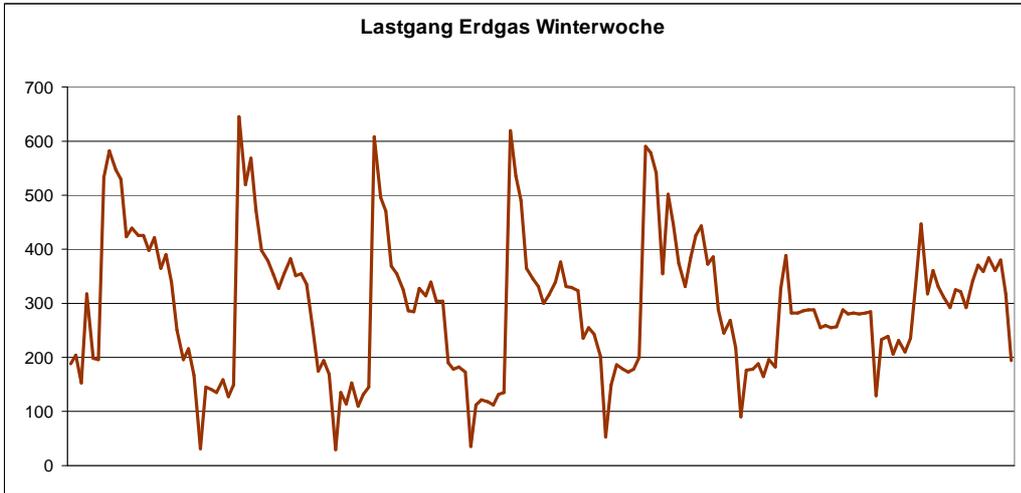
Die nachfolgenden beiden Grafiken zeigen zwei typische Wochen-Stromlastgänge im Juni und Dezember 2012. Diese sind recht ähnlich, im Dezember besteht jedoch eine etwas höhere Leistung, die auf den erhöhten Lichtstromanteil zurückzuführen ist.



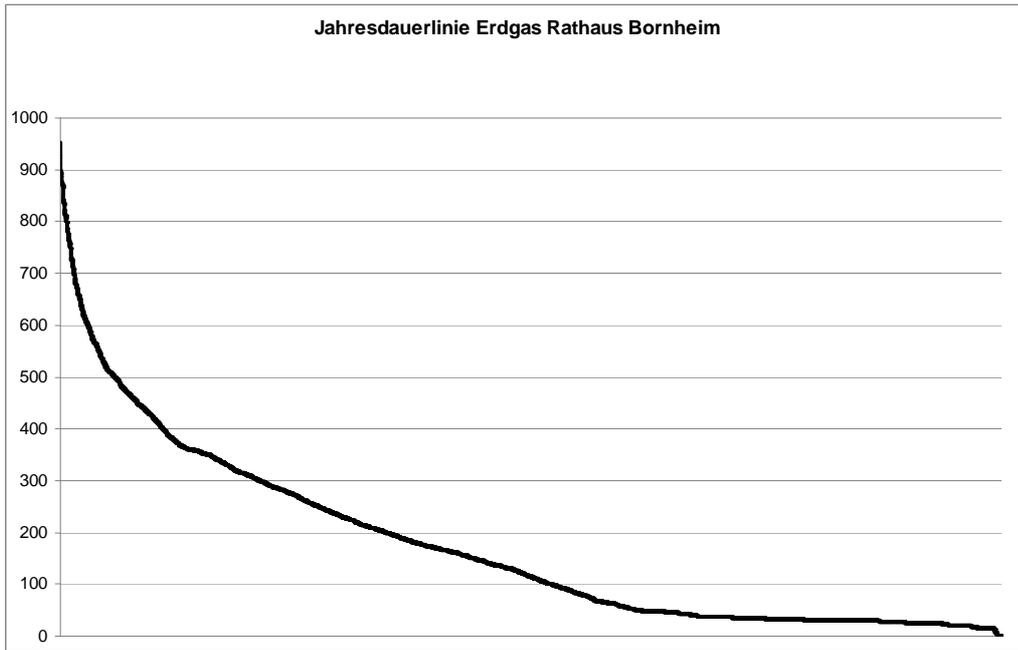
Die nachfolgende Grafik zeigt die Jahresdauerlinie des Strombezugs für das Rathaus vom 09.03.2012 bis zum 31.12.2012. Deutlich zu erkennen ist, dass die elektrische Leistung zu fast keiner Zeit unter 12 kW_{el} fällt.



Die beiden nachfolgenden Grafiken zeigen zwei typische Wochen-Erdgaslastgänge aus dem Winter und dem Sommer. Diese unterscheiden sich aufgrund des Außentemperatur abhängigen Heizenergiebedarfs grundlegend von einander. Während im Winter selbst in der Nacht ein Bedarf für das Vermeiden zu starker Auskühlung der Gebäude besteht („Nachtabsenkung“; reduzierter Heizbetrieb) ist im Sommer lediglich noch ein geringer Grundlastbedarf für die Warmwasserbereitung und den Betrieb der Nahwärmeleitung zu erkennen.



Die geordnete Jahresdauerlinie für den Erdgasbezug zeigt die nachfolgende Grafik. Sehr gut zu erkennen ist auch hier der Erdgas-Grundlastbedarf am Ende der Kurve rechts.



Die beiden geordneten Jahresdauerlinien des Strombezugs und des Erdgasbezugs werden später für die Auslegung des BHKW und die Beurteilung des Anteils des eingespeisten Stroms ins Stromnetz herangezogen.

4 Mögliche Vergütung für ins Netz eingespeisten Strom aus dem BHKW sowie KWK-Zuschläge

Nach dem KWK-Gesetz bekommt der Betreiber eines BHKW für den ins Stromnetz eingespeisten überschüssigen BHKW-Strom diesen wie folgt vergütet:

Einspeisevergütung = Üblicher Preis („EEX-Baseload“) + KWK-Zuschlag + Vermiedene Netzentgelte (Arbeitspreis)

Die KWK-Zuschläge haben sich seit August 2012 erhöht. Der KWK-Zuschlag beträgt:

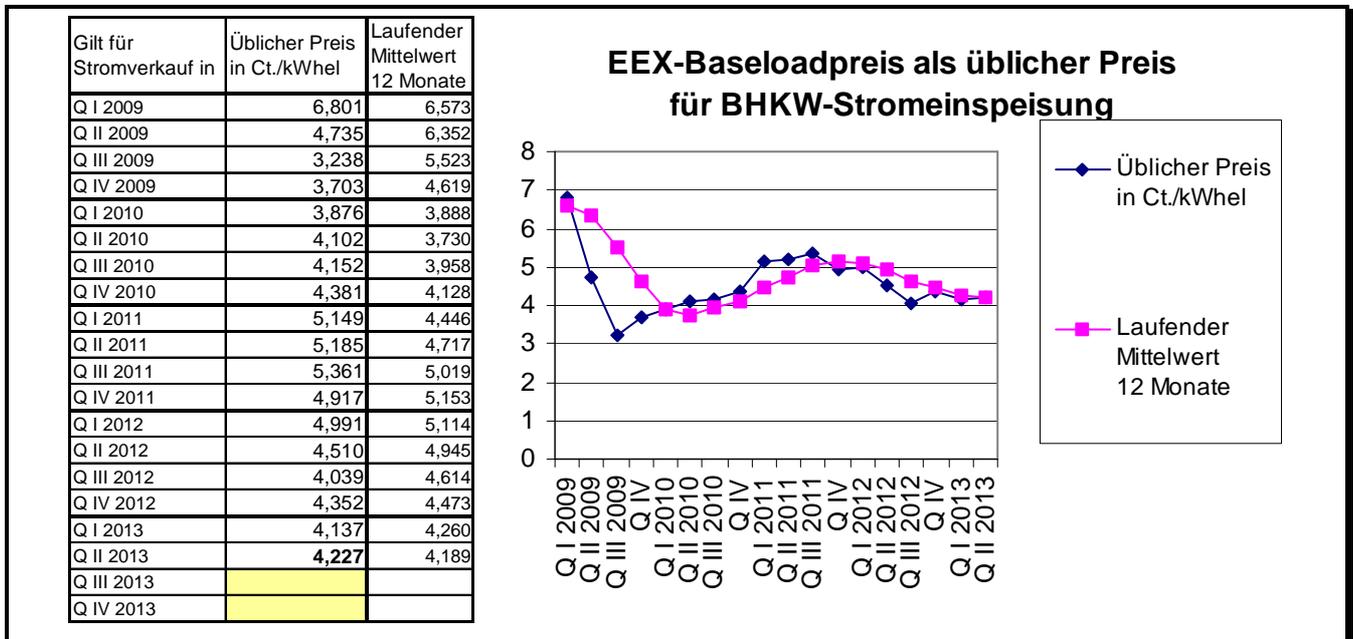
- Für Anlagen < 50 kW_{el} 5,41 Ct./kWh_{el} für den Zeitraum von 10 Jahren
- Für Anlagen von 50 bis 250 kW_{el} 4,00 Ct./kWh_{el} für die ersten 30.000 Vollbenutzungsstunden; max. 6 Jahre
- Für Anlagen von 250 bis 2.000 kW_{el} 2,40 Ct./kWh_{el} für die ersten 30.000 Vollbenutzungsstunden; max. 6 Jahre

Die nachfolgende Tabelle zeigt die KWK-Zuschläge in der Übersicht:

Elektrische Leistungsklasse	Ct/kWh _{el}	Dauer der Zahlung ab Aufnahme des Dauerbetriebs
Kategorie A - kleine KWK-Anlagen bis 2 MW und Brennstoffzellen		
KWK-Anlagen bis 50 kW und Brennstoffzellen*	5,41	10 Jahre oder wahlweise 30.000 Vollbenutzungsstunden
Neu: KWK-Anlagen über 50 kW bis 2 MW		30.000 Vollbenutzungsstunden
für den Leistungsanteil bis 50 kW	5,41	
Neu: für den Leistungsanteil 50 kW bis 250 kW	4,0	
für den Leistungsanteil 250 kW bis 2 MW	2,4	
*Sonderregelung sehr kleine Anlagen bis 2 kW und Brennstoffzellen optional pauschalierte Vorabzahlung des Zuschlags für KWK-Strom für 30.000 Vollbenutzungsstunden (innerhalb von 2 Monaten nach Antragstellung).		

Neu ist insbesondere auch, dass die KWK-Zuschläge entsprechend der Leistungsklassen für die entsprechenden Leistungsanteile gezahlt werden!

Die nachfolgende Tabelle und die dazugehörige Grafik zeigt die Entwicklung des „Üblichen Preises“, der dem EEX-Baseload entspricht und je Quartal als Durchschnittswert der drei Monate des Vor-Quartals veröffentlicht wird.



Damit verbleibt für eine Stromeinspeisung unterm Strich ein Wert von rund 8 bis 9 Cent je eingespeister Kilowattstunde.

Deutlich wirtschaftlicher ist daher die Stromeigennutzung. Der bei der Stromeigennutzung verdrängte Bezugsstrompreis beträgt 17,217 Ct./kWh (netto). Hinzu kommt ein KWK-Zuschlag für Anlagen bis 50 kW_{el} von 5,41 Ct./kWh.

Der Wert des eigengenutzten Stroms für Anlagen bis 50 kW_{el} beträgt damit 22,627 Ct./kWh_{el} (netto), entsprechend 26,926 Ct./kWh_{el} (brutto).

5 Für das Rathaus Bornheim geeignete BHKW-Module

Die wichtigsten Kriterien bei der Auswahl des BHKW lauten:

- Technische Fähigkeit zum Inselbetrieb als Notstrom-Aggregat
- Ausreichend hohe elektrische Leistung für die Notstromschiene und Ersatz des alten Notstrom-Aggregates
- Keine wärmeseitige Überdimensionierung zur Vermeidung zu geringer Betriebszeiten des BHKW
- Beschränkter Platz für die Errichtung eines BHKW im Rathaus
- Hoher Gesamtwirkungsgrad für einen langfristig möglichst energiesparenden Betrieb
- Technisch hochwertiges und bereits vielfach eingesetztes Modul mit schnellem Service und guter Ersatzteilversorgung

Es gibt bereits einige Hersteller von Blockheizkraftwerken, die bereits seit vielen Jahren auch Anlagen anbieten, die im Falle eines Stromausfalls die durch sie versorgte Kundenanlage/Gebäude vom öffentlichen Netz trennen können und sodann die Versorgung des durch die Trennung geschaffenen Inselnetzes übernehmen. Gepaart mit einer Batteriebank, kann mit solchen

Blockheizkraftwerken sogar eine unterbrechungsfreie Stromversorgung der Kundenanlage/Gebäude gewährleistet werden. Im Unterbrechungsfall muss ggf. die Wärme über eine Notkühleinrichtung (insbesondere im Sommer) abgeführt werden.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Kriterien wurden zwei Module der 50 kW-Klasse der Hersteller Viessmann und Buderus für die Auslegung herangezogen (vgl. nachfolgende Tabelle).

Firma	Typ	P elektr. in kW	P therm. in kW	Eta elektr. In %	Eta therm. In %	Eta gesamt in %	Brenn- stoff- leistg. kWh _{Hu} /h	Brenn- stoff- leistg. kWh _{Ho} /h	Verhältnis elektr./therm.
Bosch Thermotechnik GmbH	Buderus Loganova EN 50 (Otto-Motor)	50 kW_{el} (netto: 49 kW _{el})	80 kW_{th}	33,8	54,1	87,8	148,0	164,0	0,625
Viessmann Deutschland GmbH	VITOBLOC 200 EM-50/81 (Otto-Motor)	50 kW_{el} (netto: 48,5 _{el})	81 kW_{th}	34,5	55,9	90,3	145,0	160,7	0,617

Beide Module sind hinsichtlich Ihrer technischen Ausstattung und der Leistungsparameter sehr ähnlich. Die BHKW-Module sind als gekapselte Kompaktmodule ausgeführt, verfügen über Synchrongeneratoren und beherrschen eine Leistungsmodulation zwischen etwa 50 und 100 Prozent. Eine serienmäßige Systemtrennung trennt zudem den Heizungswasserkreislauf vom Motor-kühlkreislauf und verhindert Ablagerungen aus dem Heizungswasser im Motorblock. Die BHKW-Module können mit der vorhandenen Kesselsteuerung verknüpft werden und die Anbindung zur Fernauslesung ist sowohl mit Modem, Ethernet/LAN aber auch mit GSM möglich.

Um Störabschaltungen durch zu hohe Heizwasserrücklauftemperaturen zu verhindern, darf die Heizwasserrücklauftemperatur sowohl im Netzersatz als auch im Netzparallelbetrieb einen Wert von etwa 70°C allerdings nicht überschreiten.

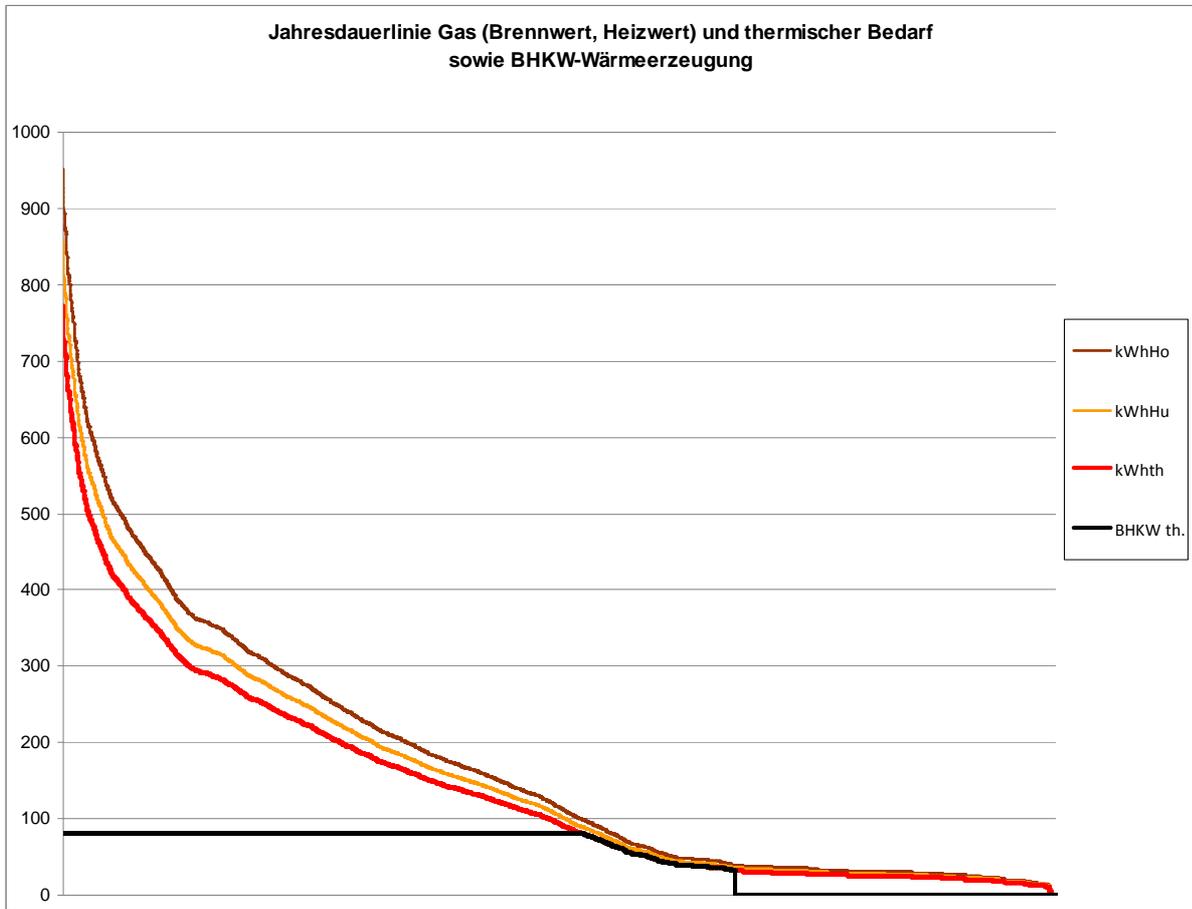


Das Buderus Loganova Modul hat gegenüber dem Viessmann-Modul den Vorteil, dass es sicher mit einer Raumhöhe von 2,50 Meter auskommt, so dass die weiteren Analysen mit dem Buderus Loganova EN 50 durchgeführt wurden.

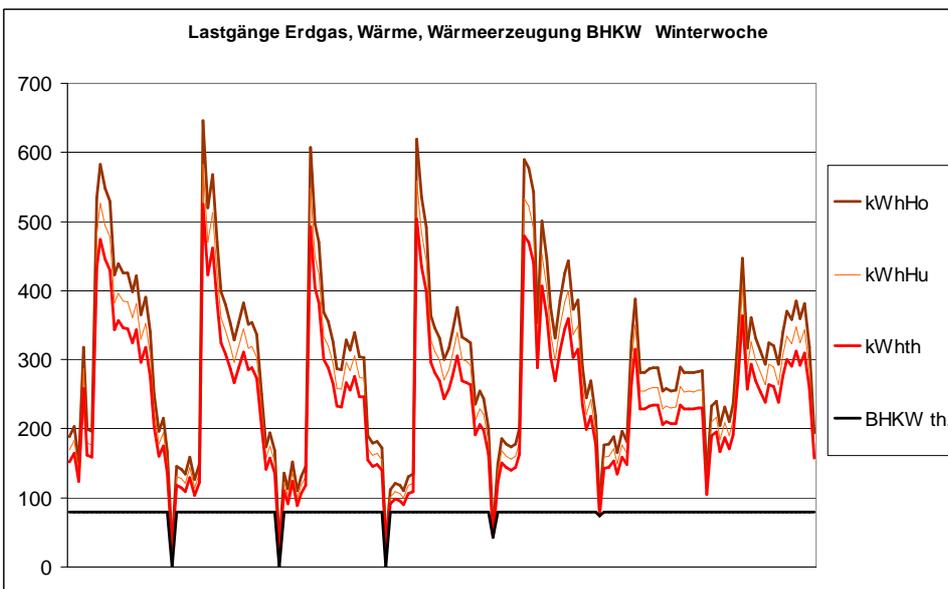
6 Anteil von BHKW-Wärme und BHKW-Strom am Gesamtbedarf des Rathauses

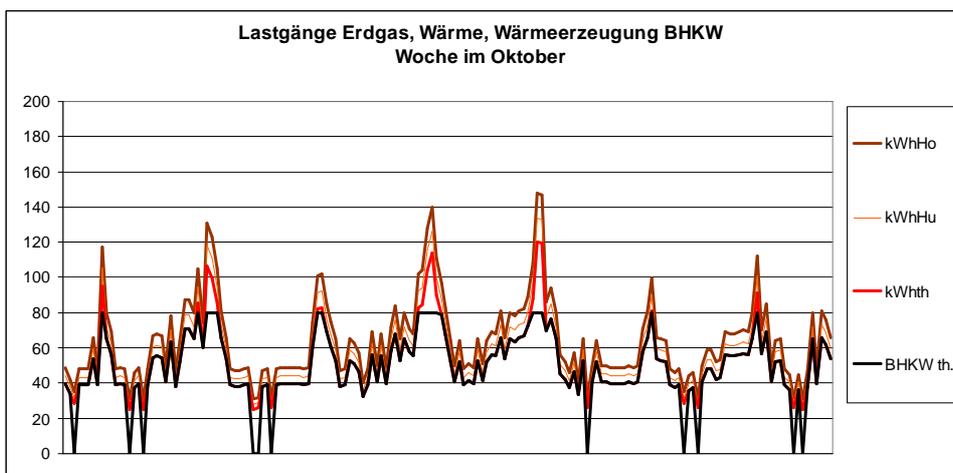
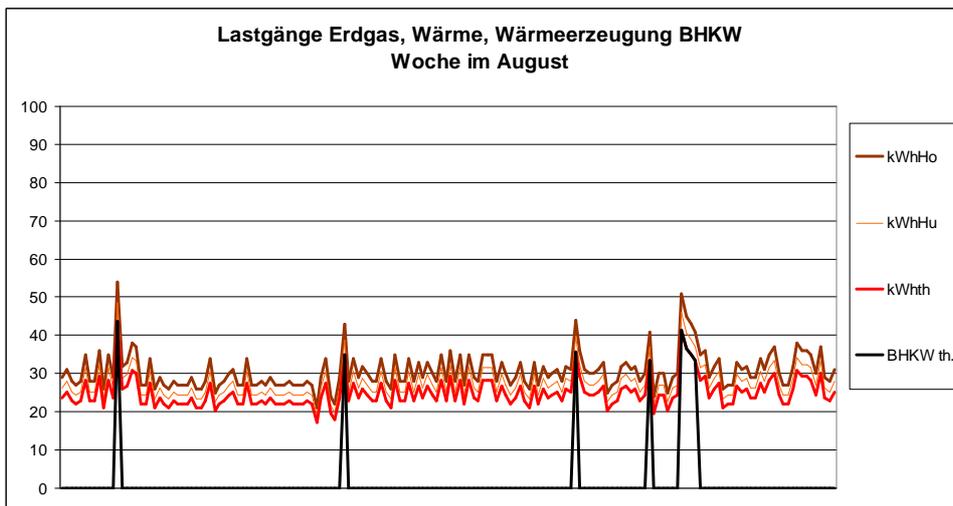
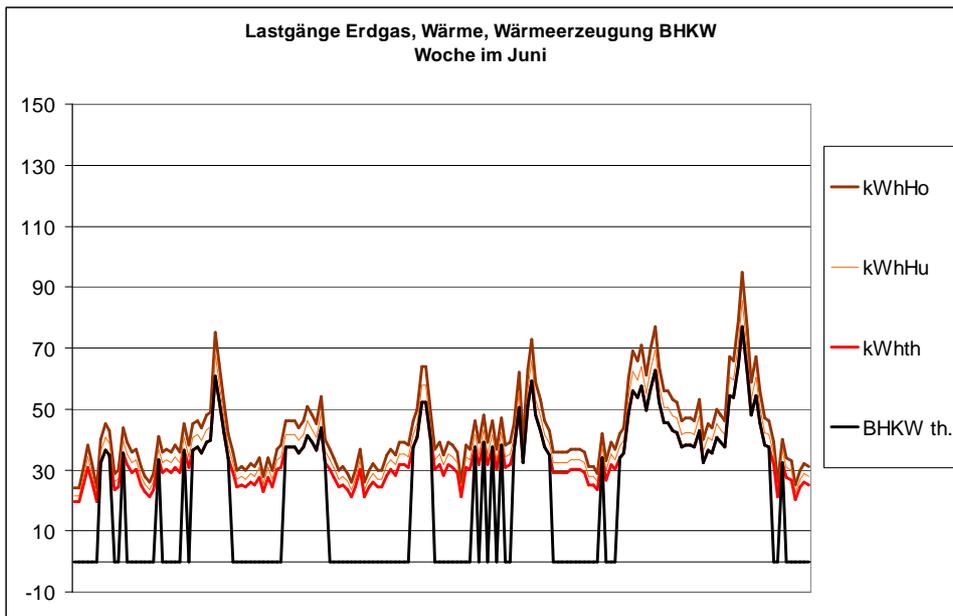
Um die Wirkung des gewählten BHKW auf die Deckung des Wärme- und Strombedarfs zu ermitteln, werden wieder die Jahresdauerlinien für Erdgas und Strom herangezogen. Da das BHKW wärmegeführt betrieben wird, wird zunächst eine wärmeseitige Auslegung vorgenommen. Dabei wird die thermische Leistungskurve in die thermische Jahresdauerlinie eingezeichnet (vgl.

nachfolgende Grafik). Im Teilleistungsbereich ist das BHKW dann noch in der Lage die thermische Leistung bis auf etwa 40 kW herunter zu decken.



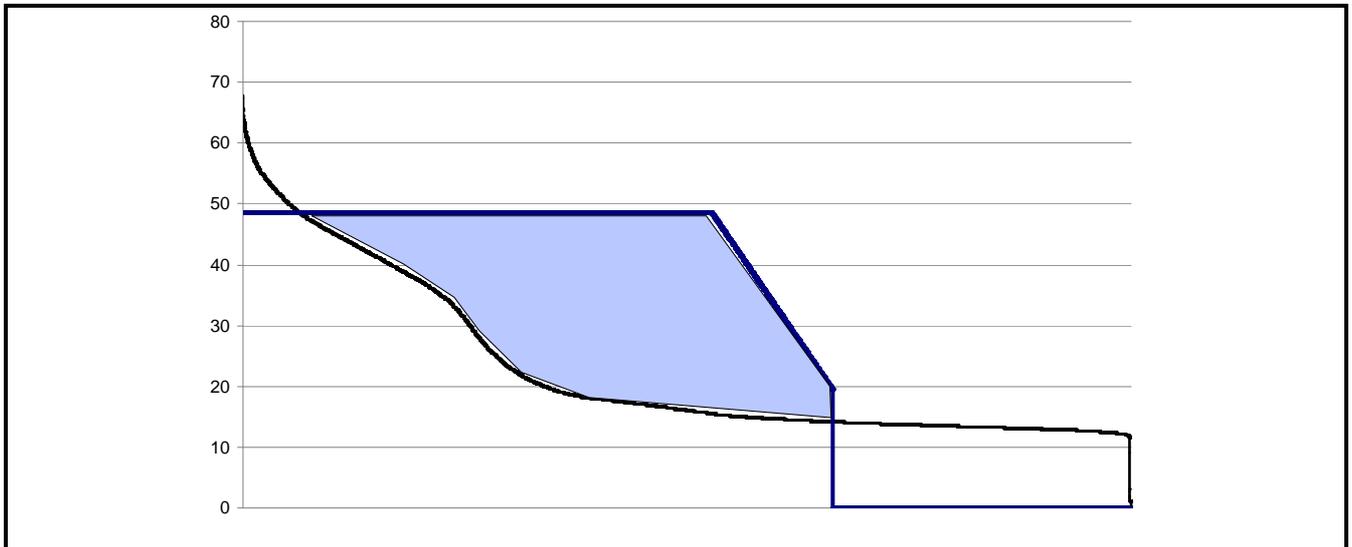
Schaut man sich nun die Bedarfsdeckung in den verschiedenen Wochen des Jahres an, dann ist zu erkennen, dass im Winter das BHKW nahezu durchläuft, während es im Sommer deutlich und zum Teil lang anhaltende Betriebspausen aufweist (vgl. nachfolgende Grafiken).





Die wärmeseitige Auslegung liefert eine Vollbenutzungsdauer von 5.400 Stunden pro Jahr.

Mit diesen Betriebszeiten wird nun mit Hilfe der Jahresdauerlinie Strom abgeschätzt, welcher Anteil des BHKW-Stromes als Eigenstrom im Rathaus zur Vermeidung des Strombezugs genutzt werden kann und welcher Anteil aufgrund nicht ausreichendem Leistungsbedarfs ins vorgelagerte Stromnetz eingespeist werden muss. Die Auslegung zeigt die nachfolgende Grafik. Der Flächenanteil unterhalb der schwarzen Linie ist der Anteil des eigengenutzten Stroms. Die markierte Fläche darüber zeigt den Anteil des einzuspeisenden Stroms, der bei dieser Auslegung 42 % des BHKW-Stromes entspricht.



7 Gesamtergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

WiRo Consultants haben – ausgehend von den für 2013 prognostizierten Gesamtkosten für den Bezug von elektrischer Energie und Erdgas – die Jahres-Vollkosten für den Betrieb mit BHKW ermittelt.

Für die Umrechnung von Investitionen in konstante Jahreskosten („Annuitäten“) wurden folgende Parameter angesetzt:

- Betrachtungszeit (= Finanzierungszeitraum): 10 Jahre
- Kalkulationszinssatz: 3,0 %
- Daraus sich ergebende Annuität: 11,72 %

Die nachfolgenden beiden Tabellen enthalten die Gesamtergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Das BHKW senkt die Gesamtbetriebskosten der Energieversorgung um rund 26.800 Euro pro Jahr (netto), wodurch ein ROI von 4,65 Jahren für die ermittelte Investition von rund 125.000 Euro (netto) erreicht wird. Unter Berücksichtigung des Kapitaldienstes (Vollkostenbetrachtung) werden immer noch rund 12.200 Euro (netto) pro Jahr an Kosten eingespart, so dass sich nach 10 Jahren ein Gesamteinsparung in Höhe von 122.000 Euro (netto) ergibt. Diese wird bei weiter steigenden Strompreisen entsprechend höher ausfallen. Zudem kann auf die Ersatz-Investition eines neuen Notstrom-Aggregates verzichtet werden.

Resultierender Gesamtbedarf elektrische Energie Rathaus (Strom)	kWh/el/a	203.452
Jahreshöchstleistung elektrische Leistung (Viertelstundenwert)	kW	70,0
Durchschnittsarbeitspreis Strom ab 2013 ab 100.000 kWh/a inkl. Abgaben	Ct./kWh/el	17,217
Durchschnittsarbeitspreis Strom ab 2013 gesamt	Ct./kWh/el	18,067
Leistungspreis < 2.500 h/a ab 2013	Euro/kW*a	11,53
Gesamt-Stromarbeitskosten Ausgangssituation, ohne Leistung/Mess-/Abrechn. (netto)	Euro/a	35.028
Gesamt-Erdgasbedarf (Ausgangssituation)	kWh/Ho/a	1.682.248
Gesamt-Durchschnittsarbeitspreis Erdgas ab 2013 (netto)	Ct./kWh/Ho	4,4700
Gesamt-Jahres-Erdgasarbeitskosten Ausgangssituation (ohne Mess-, Grundpreis; netto)	Euro/a	75.196
Gesamt-Arbeitskosten Strom, Erdgas Ausgangssituation, ohne Leistung/Mess-/Abrechn. (netto)	Euro/a	110.224
Umrechnung Ho/Hu		1,108
Gesamt-Erdgasbedarf (Heizwert)	kWhHu/a	1.518.274
Geschätzter Jahresnutzungsgrad Heizkesselanlage (1 x BW-Kessel, 1 x NT-Kessel)	%	90
Bedarf thermische Energie gesamt (Wärme)	kWhth/a	1.366.447
Ermittlung der Energiemengen und Energiekosten für BHKW und Kessel		
Netto-Klemmenleistung KWK-Anlage	kWel	49,0
Thermische Leistung KWK-Anlage am Flansch	kWth	80,0
Brennstoffleistung KWK-Anlage Heizwert	kWhHu/h	148,0
Brennstoffleistung KWK-Anlage Brennwert	kWhHo/h	164,0
Erreichbare Vollbenutzungsdauer BHKW	h/a	5.400
Anteil der im BHKW erzeugten Nutzwärmemenge	kWhth/a	432.000
In Kesseln erzeugte Wärmemenge	kWhth/a	934.447
Anteil der in Kesseln erzeugten Nutzwärmemenge Spitzenlast	%	68,39
Erzeugte el. Energie BHKW = Nettostromerzeugung	kWh/el/a	264.600
Anteil des eigengenutzten BHKW-Stromes	%	58,0
Eigengenutzte BHKW-Strommenge gesamt	kWh/el	153.468
Anteil der eigengenutzten Strommenge bezogen auf Gesamtstrombedarf	%	75,4
Verbleibender Netz-Strombezug (Gesamtstrombedarf abzgl. eigengenutzter BHKW-Strom)	kWh/el	49.984
Verbleibender Netz-Leistungsbezug (bei einem Modul ohne Leistungsreduzierung)	kW	70
Verbleibende Gesamt-Stromarbeitskosten, ohne Leistung/Mess-/Abrechn. (netto)	Euro/a	8.606
Geschätzter Jahresnutzungsgrad BHKW	%	82,0
Jahresbrennstoffbedarf BHKW ((Strom+Wärme)/J.Nutz.Grad x VbStd.)	kWhHu/a	849.512
Jahres-Erdgasbedarf BHKW	kWhHo/a	941.259
Jahresnutzungsgrad Erdgaskessel (1 x BW-Kessel, 1 x NT-Kessel) bei verr. Abnahme	%	88,0
Jahresbrennstoffbedarf Erdgaskessel	kWhHu/a	1.061.872
Jahresbrennstoffbedarf Erdgaskessel	kWhHo/a	1.176.554
Anlegbarer Erdgas-Durchschnitts-Arbeitspreis (inkl. Energiesteuer, netto)	Ct./kWh/Ho	4,470
Netto-Jahres-Erdgaskosten BHKW (ohne Erstattung §53a EStG)	Euro/a	42.074
Netto-Jahreskosten Erdgas-Bestandskessel	Euro/a	52.592
Erstattung § 53 a EStG für BHKW-Erdgas (wenn Jahresnutzungsgrad > 70%)	Ct./kWh/Ho	-0,55
Erstattung BHKW-Erdgas nach §53a EStG (wenn Jahresnutzungsgrad > 70%)	Euro/a	-5.177
Netto-Jahres-Erdgaskosten BHKW (inkl. Erstattung §53a EStG)	Euro/a	36.897
Netto-Jahres-Erdgaskosten Erdgaskessel	Euro/a	52.592
Gesamt-Erdgaskosten von Rathaus Bornheim für Kessel und BHKW (netto)	Euro/a	89.489
Gesamtenergiekosten Strom + Erdgas Rathaus Bornheim mit Betrieb BHKW (netto)	Euro/a	98.095
Energiekosteneinsparung Rathaus Bornheim durch BHKW (netto)	Euro/a	12.129

Ermittlung der Investitionen und Fixkosten		
Netto-Investition für Demontage altes Notstromaggregat	Euro	4.000
Netto-Invest. F. BHKW-Modul inkl. lief., abladen, Zubehör, P-Speicher, Zähler etc.; Inbetriebn., Einregulier.	Euro	70.000
Netto-Investition für elektroseitige Anbindung an NSHV ((Kost.schätz.)	Euro	6.500
Netto-Invest. für wärmeseitige Anbindung an Bestands-Verteiler und Pufferspeicher (Kost.schätz.)	Euro	13.000
Netto-Investition Notkühler und Einbindung des Notkühlers für den Betrieb als Notstromaggregat	Euro	12.000
Sonstige Netto-Invest. (z.B. baul. Nebenkosten, Durchbrüche etc.; Kost.schätz.)	Euro	5.000
Netto-Investition für Planung, Genehmigungen etc. (Ansatz 13%)	Euro	14.400
Netto-Gesamtinvestition (inkl. Demontage Notstromaggregat, BHKW-Modul, Lief., Montage, wärme-/stromseitige Einb., MSR, Abgasanl., Planung, Nebenkosten etc.)	Euro	124.900
Netto-Kapitaldienst (Gesamt-Investition x Annuitätsfaktor 11,723 %)	Euro/a	14.642
Spezifische Netto-Kosten Vollwartung BHKW	Ct./kWhel	2,50
Sonstige Betriebskosten (z.B. Fernüberwachung bei Vollwartungsvertrag)	Euro/a	300
Jährliche Netto-Kosten Vollwartung	Euro/a	6.915
Ansatz Jahreskosten für Steuern, Versicherung in % der Gesamtinvestition	%	0,5
Netto-Jahreskosten für Steuern, Versicherung fürs BHKW	Euro/a	625
Summe sonstige Fixkosten (Vollwartung, Versich., Steuern)	Euro/a	7.540
Gesamte Fixkosten bei Eigenregielösung (Kapitaldienst, sonstige Fixkosten)	Euro/a	22.182
Verwendung der in der KWK-Anlage erzeugten elektrischen Energie		
Anteil des eigengenutzten Stromes (siehe oben)	%	58,00
Eigengenutzte Strommenge gesamt	kWhel	153.468
Eingespeiste Strommenge gesamt	kWhel	111.132
Vergütungsmodell während KWK-Förderung (zusätzliche Erträge zu den o.g. Nutzen aus eigengenutztem Strom)		
Zuschlag für KWK-Strom < 50 kW	Ct/kWhel	5,41
Zuschlag für KWK-Strom zwischen 50 kW und 250 kW	Ct/kWhel	4,00
Üblicher Preis eingespeiste el. Energie (Jahres-Mittelwert gemäß EEX-Baseload)	Ct/kWhel	4,227
Vermiedener Arbeitspreis Netznutzungsentgelt	Ct/kWhel	2,91
Zusätzlicher Wert des eigengenutzten KWK-Stromes anteilig < 50 kW (eigengenutzter Strom bereits oben bei verringertem Bezug berücksichtigt)	Ct/kWhel	5,41
Menge des eigengenutzten KWK-Stromes anteilig < 50 kW	kWhel/a	153.468
Netto-Betrag/Wert des eigengenutzten KWK-Stromes anteilig < 50 kW	Euro/a	-8.303
Wert eingespeister KWK-Strom anteilig < 50 kW (eingespeister Strom bisher nicht berücksichtigt; Wert für KWK-Zuschlag + Übl.Preis Einsp. + verm. NNEntgelte)	Ct/kWhel	12,55
Menge eingespeister KWK-Strom anteilig < 50 kW	kWhel/a	111.132
Nettobetrag/Wert eingespeister KWK-Strom anteilig < 50 kW	Euro/a	-13.944
Summe Zusatz-Erträge aus KWK-Zuschlägen während KWK-Förderung (netto)	Euro/a	-22.246
Ermittelte Laufzeit f. KWK-Förd. (=hohe Vergütung) (>50kW: max. 6 J/30 TVbh)	Jahre	10,00
Gesamt-Nettokosten während der KWK-Förderung (netto)	Euro/a	98.031
Durchschn. Kosteneinsparung während KWK-Förderung (10 a)	Euro/a	12.194
Vergütungsmodell nach Ende KWK-Förderung (nur eingespeiste Strommenge)		
Üblicher Preis für eingespeiste elektrische Energie (s.o.)	Ct/kWhel	4,227
Vermiedene Netznutzungsentgelte	Ct/kWhel	2,91
Wert eingespeister KWK-Strom	Ct/kWhel	7,137
Menge eingespeister KWK-Strom	kWhel/a	111.132
Zusatzerträge nach Ende der KWK-Förderung	Euro/a	-7.931,49
Durchschn. Gesamt-Nettokosten mit BHKW über ges. Betrachtungszeitraum	Euro/a	98.031
Durchschn. Kosteneinsparung Gesamt-Betrachtungszeitraum (10 a)	Euro/a	12.194
Durchschn. Gesamt-Nettobetriebskosten mit BHKW erste 10 Jahre, oh. Kap.dienst	Euro/a	83.389
Durchschn. Kosteneinspar. Gesamt-Betrachtungszeit (10 a) oh. Kap.dienst	Euro/a	26.836
ROI bei Eigenregielösung (Investition/Gesamtbetriebskosten o. Kap.)	Jahre	4,65
Überschuß während gesamten Betrachtungszeitraums	Euro	121.938

Der hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des BHKW sensibelste Parameter ist der Strompreis. Steigt oder fällt dieser um z.B. 10 %, dann wirkt sich das mit rund 2.640 Euro (netto) auf die Kosteneinsparung pro Jahr aus. Ein um 10 % steigender Erdgaspreis

senkt die Kosteneinsparung um rund 1.950 Euro pro Jahr. Alle anderen Parameter sind deutlich weniger sensibel hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des BHKW (vgl. nachfolgende Tabelle).

	Einheit	Basis-variante	Strompreis - 10 %	Strompreis + 10 %	Gaspreis + 10 %	Investition + 10 %	Vollwartung + 10 %	Kalk.zins 2,0 % (anst. 3,0%)
Kosteneinsparung bei Vollkostenbetrachtung pro Jahr (erste 10 a)	Euro/a	12.194	9.552	14.836	10.247	10.730	11.532	12.931
ROI	Jahre	4,65	5,16	4,24	5,02	5,12	4,77	4,65
Gesamtüberschuss nach 10 Jahren	Euro/a	121.938	95.516	148.361	102.468	107.298	115.318	129.308

8 Ergebnisse der ökologischen Betrachtung

Die mit dem Bezug von Strom und Erdgas des Rathauses Bornheim verbundenen CO₂-Emissionen lassen sich mit Hilfe des BHKW um 61 Tonnen pro Jahr von 450 Tonnen auf 389 Tonnen pro Jahr reduzieren. Dies entspricht einer CO₂-Einsparung von 13,5 % (vgl. nachfolgende Tabelle).

Ergebnis ökologische Betrachtung		
CO2-Emissionsfaktor Erdgas	gr CO2/kWhHo	200
CO2-Emissionsfaktor elektrische Energie Strommix	gr CO2/kWhel	559
Gesamt-Strombedarf ohne KWK	kWhel/a	203.452
Gesamt-Erdgasbedarf (ohne KWK)	kWhHo/a	1.682.248
CO2-Emissionen gesamt (ohne KWK)	t/a	450
Gesamt-Strombedarf (Bezug) mit KWK	kWhel/a	49.984
Eingespeiste Strommenge aus KWK (als Gutschrift zu werten)	kWhel/a	-111.132
Gesamt-Erdgasbedarf mit KWK	kWhHo/a	2.117.813
CO2-Emissionen gesamt mit KWK	t/a	389
Reduzierung der CO2-Emissionen	t/a	61
	%	13,51

9 Stellungnahme zur offenen Ausschreibung des zweiten Heizkessel (Brennwertkessel)

Die bisherige Ausschreibung sieht die Erneuerung des defekten Erdgas-Brennwertkessels gegen einen neuen Erdgas-Brennwertkessel etwa gleicher Leistung vor (ca. 400 kW).

Das Rathaus wurde zwar energetisch saniert, der deutlich höhere Heizenergiebedarf besteht allerdings beim angeschlossenen Gymnasium. Für das **Gymnasium mit Sporthalle und Mensa** liegt eine Heizlastberechnung vor:

- Wärmebedarf Schulgebäude: 365 kW
- Wärmebedarf Sporthalle: 411 kW
- Wärmebedarf Mensa: 84 kW

Unter Berücksichtigung eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 0,85 und Leistungsverluste auf der Nahwärmeleitung von ca. 5 % ergibt sich eine **Gesamt-Heizlast für das über die Nahwärmeleitung angeschlossene Gymnasium** von (365 kW + 411 kW + 84 kW) x 0,85 x 1,05 = **768 kW**. Die dynamische Lüftungsheizung der Sporthalle hat dabei einen Heizlast von 167 kW.

Für das **sanierte Rathaus** wurde ein Energiebedarfsausweis nach DIN EN 18995 erstellt aus dem sich folgende **Planwerte** ableiten lassen:

Spezifischer Nutzwärmebedarf: $56,6 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$; **Gesamt-Nutzwärmebedarf:** $56,6 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2 \cdot \text{a} \times 4.116 \text{ m}^2 = 232.966 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{a}$

Spezifischer Erdgasbedarf: $73,7 \text{ kWh}_{\text{Ho}}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$; **Gesamt-Erdgasbedarf:** $73,7 \text{ kWh}_{\text{Ho}}/\text{m}^2 \cdot \text{a} \times 4.116 \text{ m}^2 = 303.349 \text{ kWh}_{\text{Ho}}/\text{a}$

Für die Ermittlung der Gesamt-Heizlast von Rathaus und Gymnasium wurde eine Abschätzung auf Basis der vorliegenden Erdgasverbrauchswerte unter Berücksichtigung der Außentemperaturänderungen durchgeführt.

Insgesamt wurde für Rathaus und Gymnasium ein **klimabereinigter Erdgasverbrauch** von **1.682.248 kWh_{Ho}** pro Jahr ermittelt. Darin enthalten eine Erdgas-Grundbedarf von rund 23.000 kWh_{Ho} pro Monat (276.000 kWh_{Ho}/a) für den Betrieb der Nahwärmeleitung und die Warmwasserbereitung im Gymnasium.

Damit verbleibt ein klimaabhängiger Erdgasbedarf für beide Objekte von 1.406.248 kWh_{Ho}; zzgl. 276.000 kWh_{Ho}/a für den Betrieb der Nahwärmeleitung und die Warmwasserbereitung.

Unter Annahme, dass die bisherige Heizzentrale einen Gesamtnutzungsgrad von etwa 90 % hat, werden damit

$$1.682.248 \text{ kWh}_{\text{Ho}} / 1,108 = 1.518.274 \text{ kWh}_{\text{Ho}} \times 0,90 = 1.366.447 \text{ kWh}_{\text{th}}$$

benötigt.

Für die beiden Objekte kann unter Berücksichtigung von Nahwärmeleitung und Warmwasserbereitung von einer heizungsseitigen Vollbenutzungsdauer von rund 1.800 Stunden pro Jahr (tendenziell höher) ausgegangen werden, so dass **im Auslegungsfall eine Heizleistung** von

$$1.366.447 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{a} / 1.800 \text{ h/a} = 760 \text{ kW}_{\text{th}}$$

bereitzustellen ist.

Der noch in Betrieb befindliche Kessel kann mit 780 kW den Gesamtbedarf decken. Dies zeigen auch die Betriebserfahrungen aus dem Winter 2012/2013, die erstmalig zur Verfügung standen.

Die bisher von WiRo Consultants vorgenommene Auslegung des **BHKW** beläuft sich auf **40 bis 60 kW elektrisch** bzw. **60 bis 100 kW thermisch**. Das BHKW wird von Seiten der thermischen Leistung her deutlich kleiner ausfallen als der ausgeschriebene Kessel.

Der bisher ausgeschriebene Brennwert-Kessel mit 400 kW kann im Auslegungsfall (-12°C Außentemperatur) zwar nicht die vollständige Wärmelast übernehmen, aber zumindest ein deutliches Auskühlen von Rathaus und Gymnasium verhindern.

Das BHKW kann lediglich die Grundlast des Wärmebedarfs bereitstellen. Eine Auslegung auf eine deutlich höhere Wärmeleistung ist technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll. Denn einerseits würde die für einen wirtschaftlichen BHKW-Betrieb notwendige hohe Vollbenutzungsdauer dramatisch absinken und andererseits kann ein deutlich größeres BHKW mit Pufferspeicher etc. gar nicht in den vorhandenen Räumlichkeiten untergebracht werden – zumindest nicht ohne erhebliche Baumaßnahmen. Dies würde die Wirtschaftlichkeit noch weiter verkleinern.

Der Verzicht auf den zweiten Heizkessel und eine ersatzweise Installation eines BHKW würde die Wärmeversorgungssicherheit gegenüber der ursprünglichen Situation (zwei Heizkessel) verringern. **Die thermische Leistung des BHKW wäre für die Gewährleistung der bisherigen Wärmeversorgungssicherheit nicht ausreichend!**

Es wird empfohlen, den Brennwertkessel in seiner ausgeschriebenen Form zu installieren! Eine Reduzierung der Brennwert-Heizleistung um die Heizleistung des BHKW ist nicht ratsam. Erstens sinken die Investitionen nur unwesentlich und zweitens gibt es auch für das BHKW Stillstandsheizung (z.B. bei Wartungsarbeiten).

Das BHKW kann mit seiner elektrischen Leistung (50 kW_{el}) die heute noch notwendige Leistung eines Notstrom-Aggregates und der darüber zu speisenden Notstromversorgung ersetzen. Durch die für den Betrieb notwendige Erdgasversorgung könnte allerdings bei weiträumigen Ausfall der Versorgung mit Strom und Erdgas auch ausfallen. Nach Rücksprache mit den Verantwortlichen der Stadt Bornheim wird diese Einschränkung der Versorgungssicherheit aus Kostengründen akzeptiert.

Der bisherige Raum der Notstromzentrale würde sich als Aufstellplatz für das BHKW anbieten. Hier würden dann auch die Pufferspeicher errichtet werden. Bei der Auslegung des BHKWs werden diese Randbedingungen berücksichtigt. Die Errichtung des BHKW in der vorhandenen Heizzentrale ist aufgrund des nicht vorhandenen Platzes nicht möglich.