



Die BHKW-Kaskade des Marien-Krankenhauses in Lübeck ist mittlerweile auf vier Einheiten XRGI (EC-Power) mit 15 kW elektrisch und 30 kW thermisch je Einheit erweitert worden.

## Ausgleich für Einbußen aus der Fallpauschale

### Marien-Krankenhaus Lübeck wird 266.000 Euro in zehn Jahren aus der BHKW-Anlage erwirtschaften

*Da einerseits die Energiepreise steigen und andererseits Krankenhäuser zunehmend nach ökonomischen Kriterien betrieben werden müssen – Stichwort Fallpauschale – ist die eigenständige, so wenig wie möglich von Energiepreisschwankungen betroffene Versorgung mit Strom und Wärme ein großes Thema in deutschen Kliniken. Vor allem durch ihren ganzjährigen Wärmebedarf bieten Krankenhäuser ideale Einsatzbedingungen für KWK-Anlagen, zumal Strom und Wärme oft zeitgleich benötigt werden. Die Umrüstung auf eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage im Marienhospital Lübeck führt nachweislich zu erheblichen Kosteneinsparungen.*

Die in Kliniken vorgeschriebene schrittweise Umstellung der Vergütung von der Einzelleistungs-Erstattung auf einheitliche Honorare für Behandlungen sah einen Fahrplan 2005 bis 2009 vor. Auf Landesebene mussten bis 2009 einheitliche Tarife in sämtlichen Spitälern für die Entfernung des Blinddarms oder einer Krebsoperation gelten. Das bis 2003 gültige Abrechnungssystem kannte zwar auch schon die Fallpauschale, hatte aber diese festen Tarife mit zusätzlichen Tagespflegesätzen für jeden Bettentag aufgestockt. Aus Fallpauschale plus Tagespflegesatz setzte sich das Krankenhausbudget zusammen. Es reichte aus, um mehrheitlich die Ausgaben zu decken.

2009 erwirtschafteten nur noch 44 Prozent der Gesundheitseinrichtungen einen Jahresüberschuss. Das heißt, Kapital für Investitionen fehlt. Diesen Bedarf beziffert das Deutsche Krankenhausinstitut mit „beträchtlich“. Auf der Wunschliste der Klinikdirektoren steht an erster Stelle die Modernisierung der Medizintechnik. Aber auch Umbaumaßnahmen und die Sanierung der technischen Betriebsanlagen könnten zahlreiche mittelständische Anlagenbauer in Deutschland gut beschäftigen, wenn die Finanzen bereit stünden: Eine Nachfrage nach rund 4 Mrd. Euro meldeten hier die Krankenhäuser für 2009 an. Dieses Volumen dürfte sich in 2010 noch erhöht haben.



Das komplette System, bestehend aus den BHKW-Einheiten, der Hydraulik (im Bild), den Regelmodulen und dem Speicher.

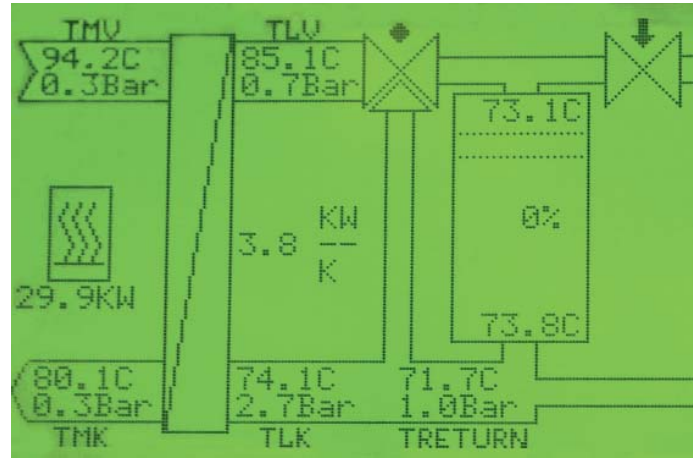
### Hoher Investitionsbedarf

Die strengere neue Tarifordnung bescherte den Krankenhäusern erhebliche Einbrüche. Bleibt heute der Patient länger als der statistische Durchschnitt auf der Station, gibt es dafür kein Geld.

Leider fehlen den Krankenhausträgern und der Öffentlichkeit diese Mittel. Deshalb bleibt eigentlich nur die Selbsthilfe übrig. Zum Beispiel im Energiekostenbereich die Senkung der Ausgaben ohne Schmälerung des Komforts: mit der Kraft-Wärme-Kopplung. Ideelle



Die BHKW-Kaskade ist in einem ehemaligen Bunker untergebracht. In dessen Beton konnte nirgendwo eine Öffnung hinein geschnitten werden. Planer und Anlagenbauer waren deshalb an ein sehr kompaktes Format gebunden. Die XRGI von EC Power konnten über die Treppe transportiert werden.



Ganz links die Motorleistung von 29,9 kW, Kühlwasservorlauf 94,2°C, 0,3 bar, Kühlwasserrücklauf 80,1°C. Heizungs vorlauf nach dem Tauscher 85,1°C und 74,1°C.

Hilfe zur Selbsthilfe dieser Art leisten derzeit zahlreiche Organisationen und Verbände, beispielsweise die Energieagenturen der Bundesländer, beispielsweise die ASUE (Gaswirtschaft) und die Vereinigung der Hersteller.

Exemplarisch sei hier die Tagung der **Energieagentur NRW** in Düsseldorf mit ihrem Workshop „Kraft-Wärme-Kopplung in Krankenhäusern“ im Juli 2010 erwähnt, ferner die neue Auflage des Leitfadens „Energieeffizienz für Krankenhäuser“, sowie die Broschüre der ASUE „Blockheizkraftwerke in Krankenhäusern“ oder auch verschiedene BHKW-Rechner, die mittlerweile vom **Gaststätten- und Hotelverband**, vom Berliner Energieberatungsbüro **co2online** und auch von den Energieagenturen ins Netz gestellt worden sind. All diese Unterlagen lassen eine Bewertung zur Installation eines BHKWs zu.

### Eine Übersichtsrechnung

Einen ersten Hinweis gibt aber auch folgende Überlegung: Die Heizwärme aus einem BHKW kostet in etwa soviel wie die Wärme aus einem Kessel. Diese Position gilt mithin als kostenneutral. Die Kilowattstunde Strom dagegen reduziert sich preislich um zwei Drittel auf 4 bis 5 Cent je Kilowattstunde. Da in einem

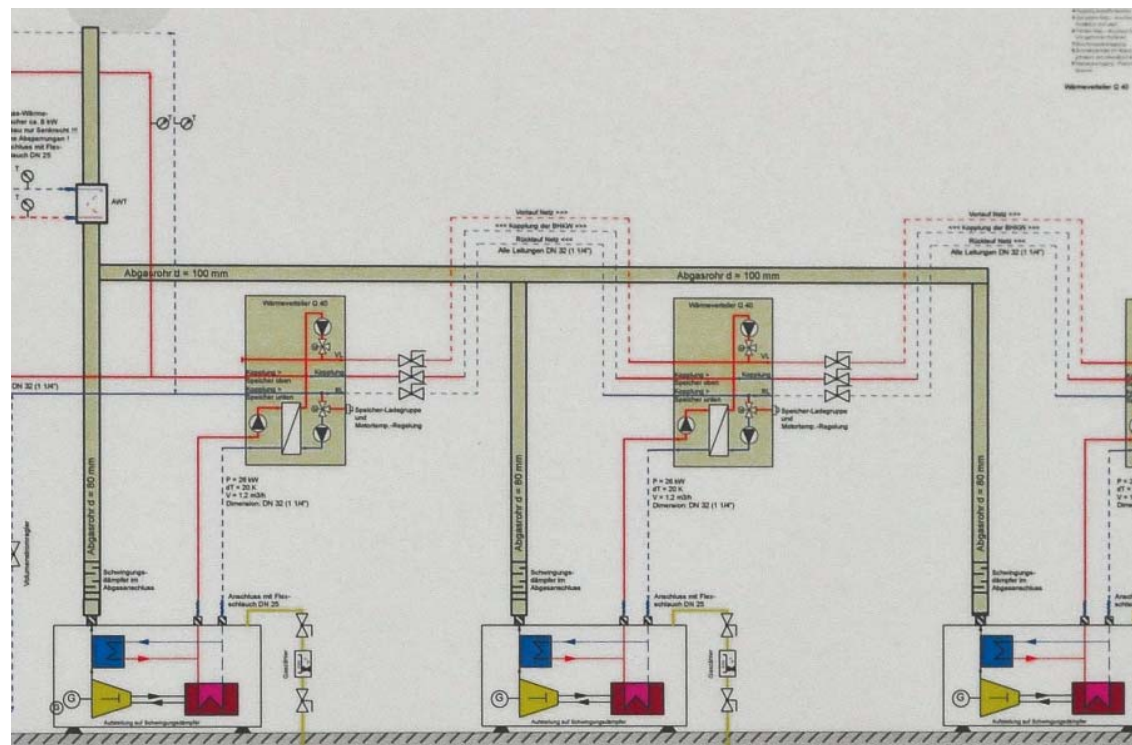
Krankenhaus das Mikro-KWK durchaus auf 7.000 Stunden kommen dürfte, liefert ein einziges Modul mit 15 kW elektrisch und 30 kW thermisch (EC Power, Typ XRGI), und damit rund 100.000 Kilowattstunden Strom im Jahr.

Nun multipliziert man diesen Wert mit der Differenz zur Kilowattstunde aus dem öffentlichen Stromnetz. Der Preisnachlass

kann bis 10 Cent betragen. Damit würde man bereits 10.000 Euro im Jahr sparen. Dazu addiert sich die Vergütung nach KWK-Gesetz von 5,11 Cent je Kilowattstunde, das wären noch einmal 5.000 Euro, plus Einsparungen an der Ökosteuern und am Netzentgelt. Diesem Ertrag von 17.000 bis 20.000 Euro stehen Investitionskosten von rund 50.000 Euro gegenüber. Das heißt, die Amortisationszeit be-

wegt sich in diesem Beispiel bei drei bis vier Jahren.

Als das Planungsbüro **Blohm & Eilf**, Lübeck, den Auftrag bekam, das Marien-Krankenhaus in der Hansestadt an der Ostsee energetisch zu sanieren, ging es mit einer ähnlichen Überlegung an die Vorplanung. Ralf **Blohm**, der bei dem Suppenhersteller **Erasco** vor 15 Jahren das BHKW-Handwerk gelernt hatte, baute



Auf der Schemazeichnung rechts oben der Abgaswärmetauscher von 8 kW, der einen Teil der Abgaswärme in den Heizkreis zurückführt.



Die Speicher. Die Regelung steuert die hydraulischen Wärmeverteiler so, dass erstens die korrekte Kühlwassertemperatur für die Toyota-Maschinen garantiert ist und zweitens die Wärme erst dann in die Speicher fließt, wenn der Wärmebedarf des Gebäudes gedeckt ist. Drittens erkennen die Sensoren feinfühlig, wie es um den Wärmebedarf steht, und fahren schon vorher die Leistung herunter, wenn sie anhand der Rücklauftemperatur den baldigen „Sättigungszustand“ erkennen.



Die Toyota-Maschine des XRGI kommt mit Wartungsintervallen von 8.500 Stunden aus. EC Power bietet dazu einen Vollwartungsvertrag an, der den Austausch der Maschine nach etwa 40.000 Stunden enthält. Die hohe Laufzeit ist auch das Ergebnis einer speziellen technischen Maßnahme, die Luftprobleme im Motor ausschließt. In einem geschlossenen Kühlkreis könnte Luft im System dazu führen, dass der Motor überhitzt.

auf den vorliegenden Verbrauchszahlen eine transparente Wirtschaftlichkeitsberechnung auf, die dem Krankenhausträger praktisch jede Position überzeugend erklärte. „Das ist zwar eine sehr umfangreiche Tabelle“, gesteht der Planer ein, „aber der Kunde muss ja 100.000 und mehr Euro

ausgeben. Da will er genau wissen, wofür und ob die Kalkulation glaubwürdig ist.“

**Transparenz schafft Vertrauen**

Es gehe um das Thema Vertrauen. Das könne man nur mit ab-

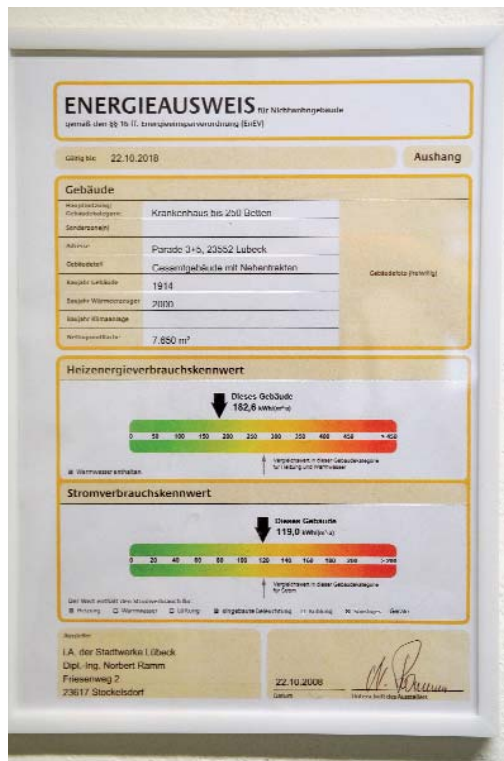
soluter Transparenz gewinnen. „Sie müssen auf Laufzeiten kommen von 6.000, besser noch 7.000 Stunden. Im Ergebnis heißt das, lieber eine Hausnummer kleiner, weil Sie sonst die Wärme nicht loswerden. Uns legt man mitunter Planungen vor, da erkennen Sie sofort, dass der

Anlagenbauer an der Gerätegröße verdienen will. Zum Nachteil des Kunden.“

Das Planungsbüro arbeitet eng mit dem Anlagenbauer **Kohlhoff Gebäudetechnik GmbH**, ebenfalls Lübeck, zusammen. Mit einigen Hundert KWK-Einheiten hat der Betrieb ebenfalls eine hohe Kompetenz und breite Erfahrungen in Beratung, Planung, Umsetzung und Wartung dieser Aggregate. Kohlhoff-Betriebsleiter **Peter Stamer** und **Ralf Blohm** schauten sich den Öl- und Stromverbrauch der vergangenen Jahre an. „Wenn Sie 20 bis 30 Prozent der Wärmespitzenleistung als Maß für die Dimensionierung des BHKWs nehmen, machen Sie schon mal wenig falsch. In einem Pflegeheim oder in einem Krankenhaus mit hohem Warmwasserkonsum, auch im Sommer, sind mit diesem Prozentsatz automatisch etwa 6.000 Stunden Laufzeit garantiert. Hier im Marien-Krankenhaus gehen wir von 7.000 Stunden aus.“



Das entkleidete Wärmeverteilmul Q 40. Unten die silberne Box ist der Wärmetauscher, der die Kühlwassertemperatur des Motors an den Heizkreis übergibt.



Mustergültig: Da das Krankenhaus eine öffentliche Einrichtung ist, hängt auch im Eingangsbereich plakativ der Energieausweis. Dank BHKW bewegen sich die Heizenergie-Verbrauchskennwerte im grünen Bereich.

## Wirtschaftlichkeitsberechnung

Der Betriebsüberschuss der Kaskade beträgt, verglichen mit dem früheren Ölkessel als Wärmeerzeuger und der Fremdstrombelieferung (öffentliches Netz), 42.000 Euro ohne kapitalgebundene Kosten KGK. Diese 42.000 Euro dienen somit zur Finanzierung der Kraft-Wärme-Kopplung.

Der eigentliche Gewinn liegt in der effizienten und preiswerten Stromerzeugung. Die Stromrechnung des Krankenhauses beträgt nur noch ein Drittel der ehemaligen Ausgaben, bei in etwa konstantem Wärmepreis.

Die Stromgutschrift von 51.000 Euro in der obersten Zeile der Tabelle errechnet sich in erster Linie aus den vermiedenen 13 Cent/kWh, die ehemals zu bezahlen waren, plus Bonus von 5,11 Ct/kWh nach KWKG-Gesetz. Diese 18 Ct/kWh sind mit der Produktion von knapp 300.000 kWh/Jahr zu multiplizieren.

In Abzug zu bringen ist der Gas-Mehrverbrauch, sodass sich ein Überschuss von 42.000 Euro/Jahr ergibt.

Stromgutschrift		51.758,33 €/a
<b>Gesamtkosten: (netto)</b>		<b>BHKW</b>
Kapitalgebundene Kosten:	Kauf BHKW	-15.915 €/a
Betriebsgebundene Kosten:	Wartung BHKW	-3.636 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten:	Verbrauch BHKW	-28.366 €/a
Wärmegutschriften:	Wärme vom BHKW	22.236 €/a
Stromgutschrift:	Strom vom BHKW	51.758 €/a
<b>Gesamt:</b>		<b>26.078 €/a</b>
Betriebsüberschuss: (inkl. KGK) Die Anlagentechnik ist gegenüber der konventionellen Technik günstiger.		26.077,59 €/a
Betriebsüberschuss: (ohne KGK) Die Investition in Höhe von kann refinanziert werden.		41.992,66 €/a
		137.155 €
	Armortisation, ohne Verzinsung	3,27 Jahren
	Armortisation, inkl. 2,8% Verzinsung	3,66 Jahren
Der Bonus von 5,11 ct/kWh wird von der BAFA für 10 Jahre nach Inbetriebnahme der Anlage gezahlt.		
Nach 10 Jahren beträgt der Gewinn etwa:		266.233,47 €
<b>Steuererstattung vom Bund:</b>		
	spez. Vergütung	Ertrag
Umlage nach EEG = 1,0 ct/kWh	1,00 ct/kWh	2.836 €
Umlage nach KWKG = 0,56 ct/kWh	0,05 ct/kWh	1.418 €
Nach Stromsteuergesetz (StromStG)	2,05 ct/kWh	5.813 €
Einnahme nach KWKG für Stromerzeugung BHKW	5,11 ct/kWh	14.490 €
<b>Summe der Ersparnisse und Einnahmen:</b>	<b>8,66 ct/kWh</b>	<b>24.557 €</b>

mit drei Modulen vor. Denn die dokumentierten Stromlastkurven hatten eine ganzjährige Grundlast von 70kW – und spitzenmäßig über 200kW – ausgewiesen. „Damit konnten wir die Grundlast von 70 auf 20 bis 25 kW herunterfahren und – ich greife jetzt vor – als nach einem Jahr Betrieb sich unsere Rechnung bestätigte, entschied sich das Krankenhaus für ein viertes BHKW.“

## Erheblich reduzierte Grundlast

Damit bezieht die Klinik aktuell nur noch eine Grundlast von 10kW aus dem öffentlichen Netz. Die vierte Einheit läuft zwar nicht den gesamten Sommer durch, weil die Wärme nicht ganzjährig benötigt wird. Aber sie wird mindestens 5.500 Stunden erreichen und sich damit ebenfalls schnell refinanzieren.

Ralf Blohm erklärt die Ausgangsüberlegungen. „Die erste Devise bei der Umrüstung war: Weg vom Öl. Der Preis für Gas ist verhandelbar. Und da wir für die BHKW-Kaskade einen hohen Gasbezug anmeldeten, mit Preisreduktionen im Gefolge, rentierte es sich, den Ölbrenner am Spitzenkessel gegen einen Gasbrenner auszutauschen. Auswechseln mussten wir ohnehin, weil der alte Ölbrenner mehr emittierte als verfeuerte.“ Der neue Gasbrenner kostete rund 8.500 Euro. Aus Tabelle 2 gehen nur für diese Maßnahme Einsparungen von 4.144 Euro pro Jahr hervor. Die Umrüstung hat sich damit in gut zwei Jahren bezahlt gemacht. Zugegeben, ein moderner Ölbrenner hätte sicherlich nicht schlechter abgeschnitten. Aber die Betreiber wollten nur einen einzigen Brennstoff im Haus haben.

## 3,5 Jahre Amortisationszeit

Das Marien-Krankenhaus hat einen Wärmebedarf von 1.171 MWh pro Jahr. Die in der ersten Stufe realisierte BHKW-Kaskade, bestehend aus den drei XRG-Einheiten, deckt insgesamt rund



Die Energieagentur NRW hat in Zusammenarbeit mit der ASUE (Arbeitsgemeinschaft für Spar-samen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.) aktuell eine Broschüre „Blockheizkraftwerke in Krankenhäusern“ erarbeitet, die alle wesentlichen Eckpunkte für die Planung enthält  
[www.asue.de](http://www.asue.de)  
[www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de)

600 MWh ab (7.000 h x 30 kW x 3 Einheiten). Für die zweite Hälfte des Wärmebedarfs ist der Spitzenkessel zuständig. Als Arbeitspreis für das Gas verlangt der Versorger 2,52 Cent/kWh, als Leistungspreis noch einmal 1,01 Euro/kWh.

Bei einem Verhältnis elektrische Energie zu thermischer Energie von 1: 2 ergibt sich eine Stromlieferung von 300 MWh. Diese Eigenproduktion erzielt eine Stromgutschrift, die sich aus der erwähnten Einspeisevergütung plus anderen Vergünstigungen zusammensetzt, von 51.758 Euro, immer auf die Kaskade von drei BHKWs bezogen. Der Betriebsüberschuss gegenüber einer getrennten Strom-

und Wärmeerzeugung beläuft sich damit auf 42.000 Euro im Jahr, sodass sich die gesamte Anlage, deren Investitionskosten 137.155 Euro betragen, in ungefähr 3,5 Jahren amortisiert haben wird. Nach zehn Jahren beträgt der „Gewinn“ bereits 266.000 Euro. Damit hat sich dann die Anlage weit mehr als bezahlt gemacht. Die Anlage ging im Sommer 2009 ans Strom- und Wärmenetz. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung basiert auf den realen Zahlen nach einer Heizperiode und nach den Messwerten aus den Jahren 2006 bis 2009, Basis VDI 2067.

[Bernd Genath]

[www.ecpower.de](http://www.ecpower.de)

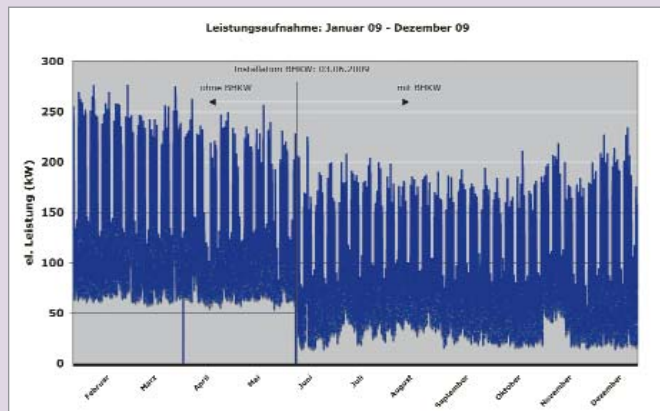
### Darum lohnt sich die Vierer-Kaskade

Im Spätsommer des Jahres 2010 erhielten die Partner Blohm & Eilf und Kohlhoff Gebäudetechnik den Auftrag, ein viertes BHKW in die Kaskade einzugliedern. Die Gründe dafür zeigen die Stromverbrauchskurven. Das Krankenhaus verlangt eine elektrische Leistung von über 250 kW zu Spitzenzeiten. In Grafik 1 ist die Leistungsaufnahme Januar bis Dezember 2009 angege-

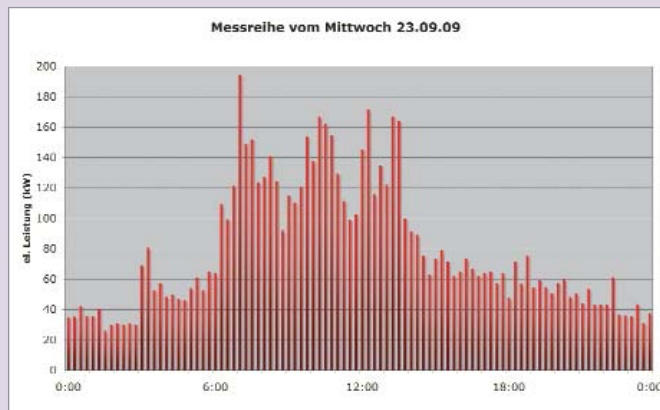
ben. Im Sommer schalteten die Betreiber das BHKW ein. Wie am Kurvenverlauf zu erkennen, sank damit automatisch die Leistungsaufnahme um  $3 \times 15 \text{ kW} = 45 \text{ kW}$  im Mittel (Grafik 1).

Die Messreihe von Mittwoch, den 23.09.09 (Grafik 2), weist trotz der Stromproduktion des BHKWs immer noch einen elektrischen Bezug aus dem öffentlichen Netz von 25 bis 40 kW als Grundbetrag aus. Diesen Grundbetrag bestätigte auch die Messreihe von Sonntag, 20.09 (Grafik 3). Ein viertes EC Power XRGI-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 15 kW dürfte also noch immer wirtschaftlicher sein, auch wenn es vielleicht im Sommer häufiger ausgeschaltet werden müsste, als die Dreier-Kaskade.

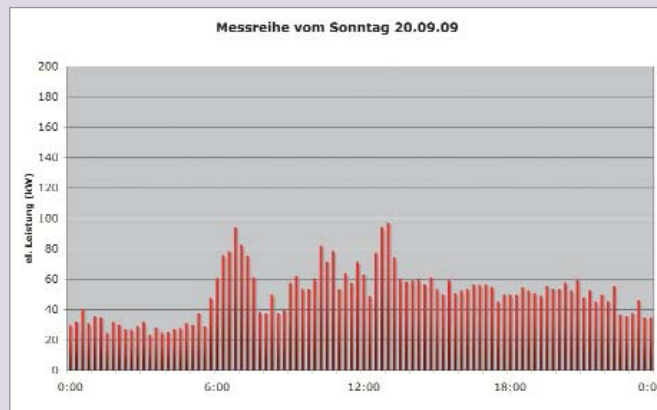
Sie, die Kaskade, erreichte eine Laufzeit von 7.271 Stunden über ein Betriebsjahr gesehen. Der reichliche Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung im Sommer – nebst dem Wärmebedarf des Gebäudes bereits bei kühleren Außentemperaturen – besagt, dass ein viertes BHKW auf über 6.000 Betriebsstunden kommen müsste. Installationstechnisch passte es noch in den Heizraum hinein. Der Krankenhausträger stimmte deshalb dem Einbau zu.



Grafik 1 · Stromkurve Januar bis Dezember 2009



Grafik 2 · Stromkurve 23. September 2009



Grafik 3 · Stromkurve 20. September 2009