MEILENSTEINE
IM BERUF ALS INGENIEUR
HOTELS –BHKW-OPTIMIERUNG

Dipl.-Ing. Lothar Lindner

Erfahrungsbericht

Einsatz eines Mini-BHKW in einer Sauna und im Hotel

Auf der bundesweiten Suche nach kostengünstigen Lösungen zur Energieeinsparung und CO_2-Senkung plante und untersuchte das Cluster regenerative Energien und Energieeinsparung der Stadt Leipzig im Rahmen einer KfW-Initialberatung von 2008 bis 2009 den Einsatz und den praktischen Betrieb eines Mini-BHKW der Fa. Power Plus Technologies GmbH.

Wohnhaus und Sauna

Hotel-Neubau

Ausgangssituation

Ein Wohngebäude aus dem Jahr 1996 ohne Außendämmung, mit Dachdämmung und neuen Fenstern wird über eine Gaskesselanlage Fabr. Junkers ZR-24-3 AE23/1997 mit einer Wärmeleistung von 24 kW mit Raumheizung und einer Gaskesselanlage Fabr. Junkers ZSR 11-3 AE23/1997 für Warmwasser versorgt.

Es handelt sich um ein Wohnhaus mit Sauna-Anlage und Herberge. Die 12 kW-Gaskesselanlage dient allein der Warmwasserbereitung für den Betrieb der sechs Duschen in der Sauna (zehn Duschvorgänge/h). Im Jahr 2008 wurde das Objekt um einen Hotelneubau mit 286 m² erweitert. Der Wärmebedarf für den Hotelneubau beträgt 12 kW.

Tabelle

Wirtschaftlichkeitsabschätzung

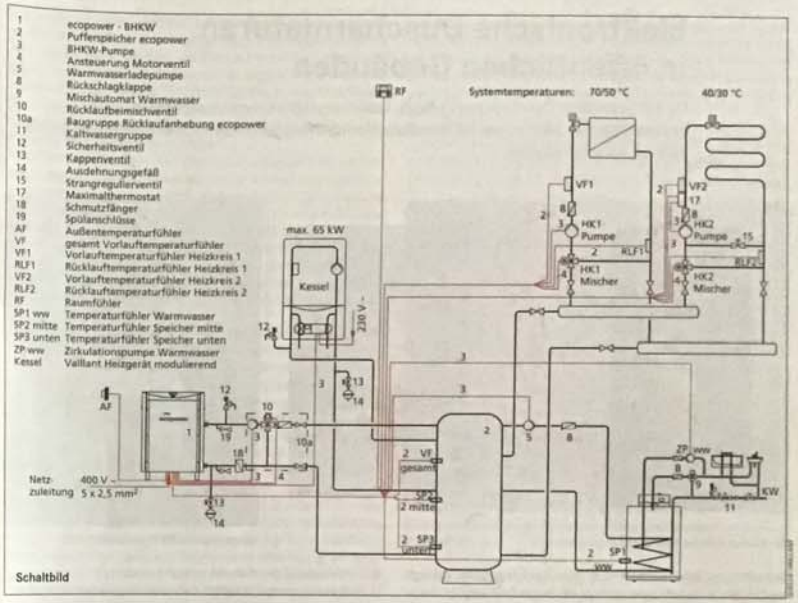
Geringe Energiekosten durch effiziente Erzeugung von Strom und Wärme

Projekt: BV Prager Leipzig, Buttergasse 32

Alter Heizkessel nur Wärme	
Brennstoff alte Heizung:	Erdgas
Brennstoffverbrauch:	95.000 kWh(Ho)
Brennstoffkosten:	6.175 €/a
Stromverbrauch:	80.000 kWh/a
Stromkosten:	14.400 €/a
Jährliche Kosten:	**20.575 €/a**
Strom und Wärme mit ecopower	
Brennstoff BHKW:	Erdgas
Brennstoffverbrauch:	116.476 kWh(Ho)
Brennstoffkosten:	7.571 €/a

Rest Strombezug:	58.680 kWh/a
Stromkosten:	10.562 €/a
Vollbenutzungsstunden:	5.141 h (Erfahrungswert)
Betriebsstunden:	6.848 h (Modulation)
ecopower Wartungskosten:	555 €/a
Energiesteuerrückerstattung:	534 €/a
Erlös durch Stromerzeugung:	1.401 €/a (der Bonus für den erzeugten Strom gilt ab 2009)
Jährliche Kosten:	**16.753 €/a**
Anzahl der ecopower Module:	1
Die jährlichen Kosteneinsparungen betragen:	**3.822 €**

Quelle: Vaillant



Schaltbild

Technische Daten des Mini-BHKW	
thermische Leistung:	4,0 bis 12,5 kW
elektrische Leistung:	1,3 bis 4,7 kW
Abmessungen:	(L x B x H) 1.370 mm × 762 mm × 1.150 mm
Gewicht:	390 kg
Pufferspeicher:	1.000 l

Aufgrund des hohen Strombedarfs infolge der Saunen (15 kW + 6 kW + 9 kW) mit ca. 80.000 kWh/a) und des hohen Warmwasserbedarfs auch in den Sommermonaten und des Hotel-Neubaus wurde der Einbau eines BHKW empfohlen. Die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit geht aus der Tabelle hervor.

Ergebnisse 2008 bis 2009

Vollbenutzungsstunden: 8.000 h/a
zwei Wartungen nach je 4.000 Betriebsstunden mit einem Kostenanteil von je 400 €
erzeugter Stromanteil: 32.000 kWh/a
Bezug an Strom aus dem Netz: 4.800 kWh/Monat × 12 = 57.600 kWh/a; durch Hotelneubau 9.600 kWh/a höherer Strombedarf
Jahresheizenergiebedarf Ist: 13.300 kWh/Monat = 160.000 kWh/a
Jahresheizenergiebedarf Soll: = 165.600 kWh/a
In den Sommermonaten lag die maximale BHKW-Auslastung teilweise bei nur 40 %.

Lärmmessungen ergaben Lärmpegel unter 25 dB. Nicht alle Gäste akzeptieren diesen Wert. Deshalb wurde der Einsatz von Schalldämmmaßnahmen wie Schalldämmhaube, Türverkleidung und Verlegung des Abgasschornsteins außerhalb des Gebäudes untersucht. Eine Luft/Warmwasser-Wärmepumpe im Aufstellraum der Heizzentrale zwecks Nutzung der warmen Raumluft soll zu einem späteren Zeitpunkt zum Einsatz kommen.

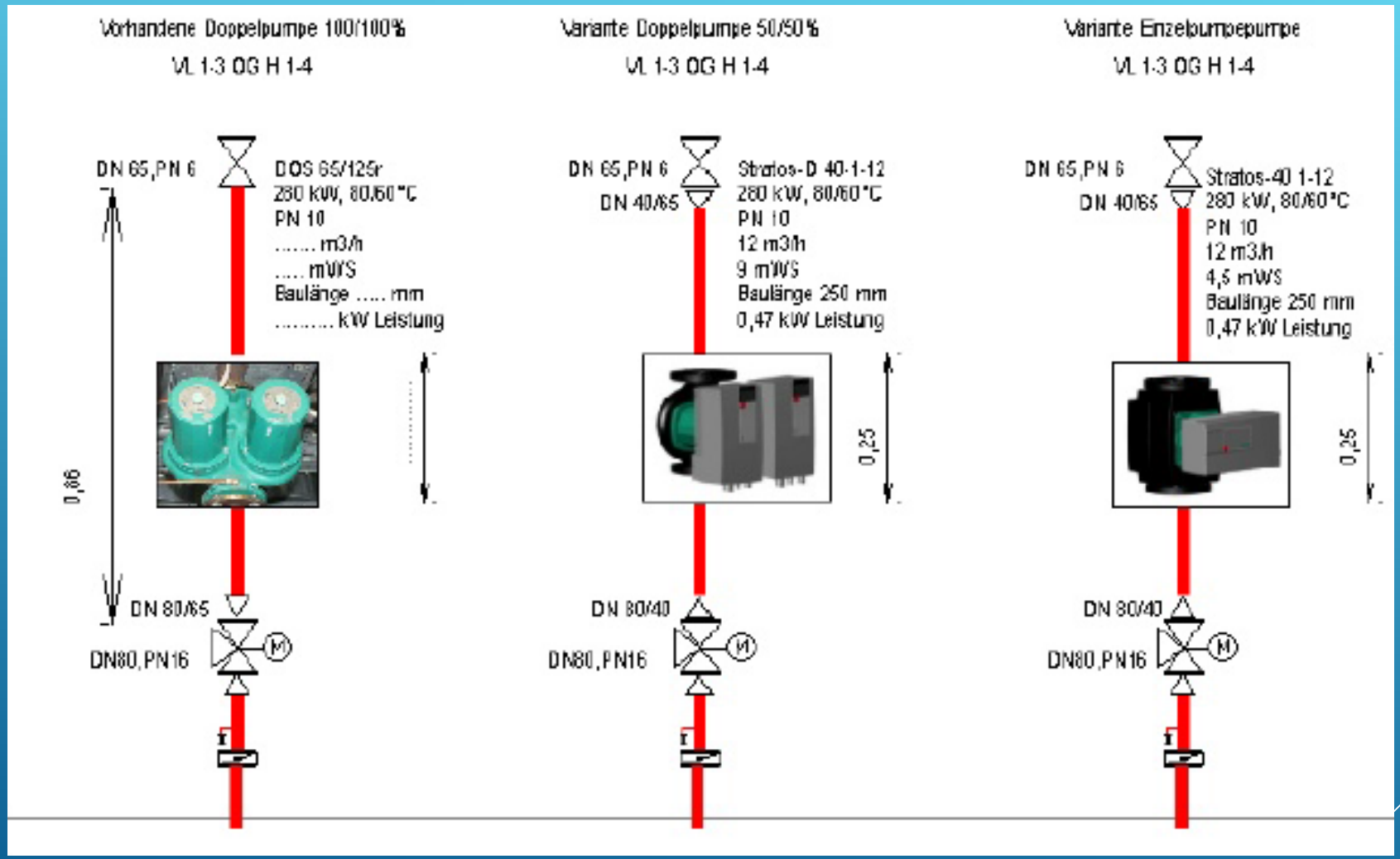
Fazit

Der Einsatz von Mini-BHKWs in Hotels mit Saunabetrieb kann wirtschaftlich dargestellt werden. Der Wärmeabnahme auch in den Sommermonaten kommt eine hohe Bedeutung bei.

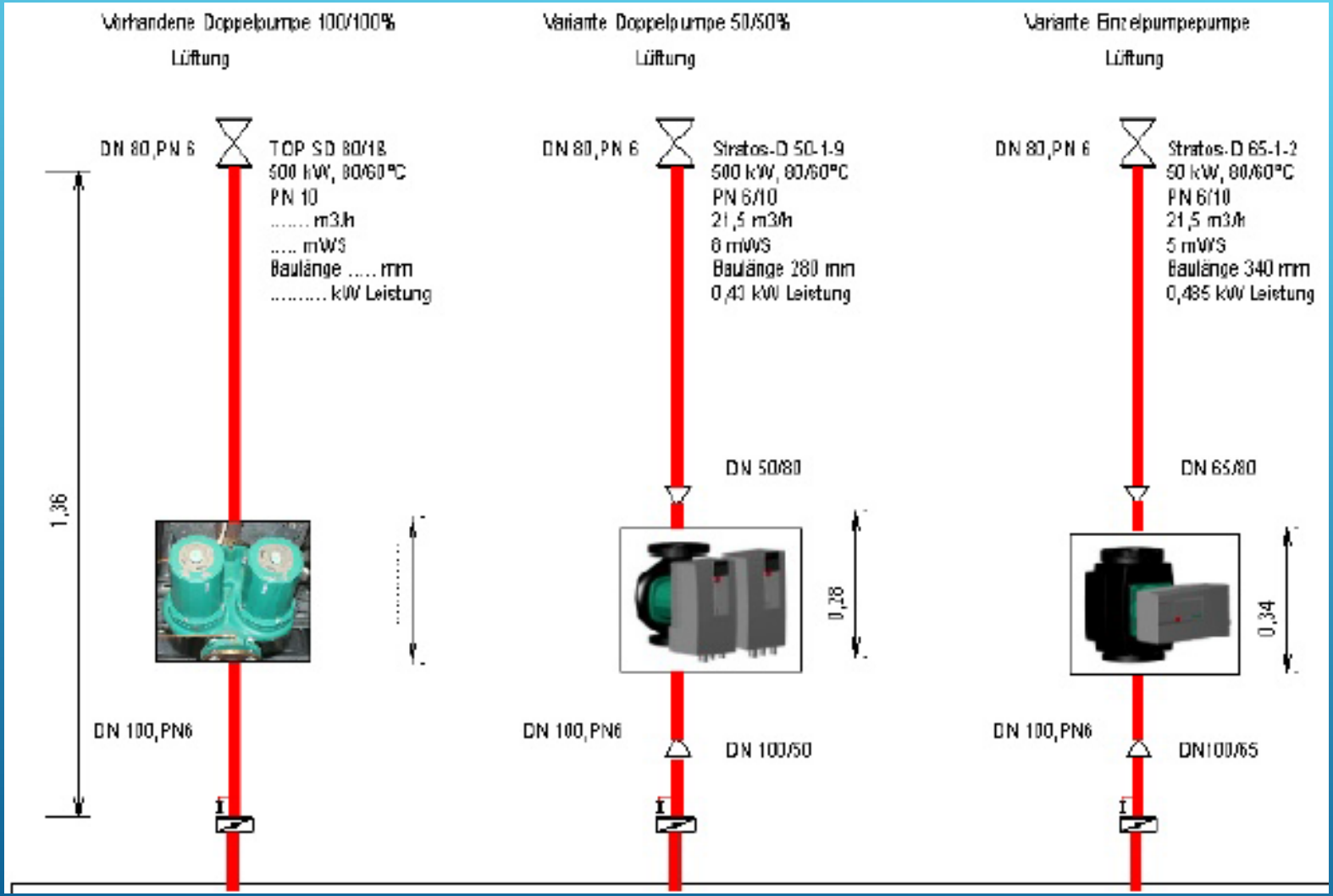
Der Autor | Dipl.-Ing. Lothar Lindner, Planungsbüro für Energie & Umwelt (IBL), Markkleeberg
in Zusammenarbeit mit:
Berthold Prager, Inhaber Hotel am Gutspark
Dipl.-Ing. Uwe Helbig, Vaillant Deutschland GmbH & Co KG, Remscheid

Untersuchung
zum Einsatz eines BHKW

Es wird eingeschätzt, das mit den 33 Duschen + Küche + Waschmaschine ein Ecopower-BHKW im Bierkeller analog dem Vorhaben Hotel „Buttergasse" in Leipzig möglich und wirtschaftlich ist s. Bild 16 und Beitrag Anlage 1.

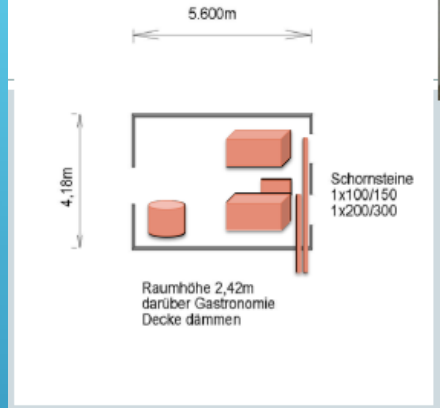


Optimierung der Umwälzpumpen in einem großen Hotel


Vorhandene Doppelpumpe 100/100%
Lüftung
DN 80,PN 6
TOP SD 80/18
500 kW, 80/60°C
PN 10
..... m3/h
..... mWS
Baulänge ..... mm
..... kW Leistung
1,36
DN 100,PN6
Variante Doppelpumpe 50/50%
Lüftung
DN 80,PN 6
Stratos-D 50-1-9
500 kW, 80/60°C
PN 6/10
21,5 m3/h
6 mWS
Baulänge 280 mm
0,43 kW Leistung
DN 50/80
0,28
DN 100,PN6
DN 100/50
Variante Einzelpumpepumpe
Lüftung
DN 80,PN 6
Stratos-D 65-1-2
50 kW, 80/60°C
PN 6/10
21,5 m3/h
5 mWS
Baulänge 340 mm
0,485 kW Leistung
DN 65/80
0,34
DN 100,PN6
DN100/65

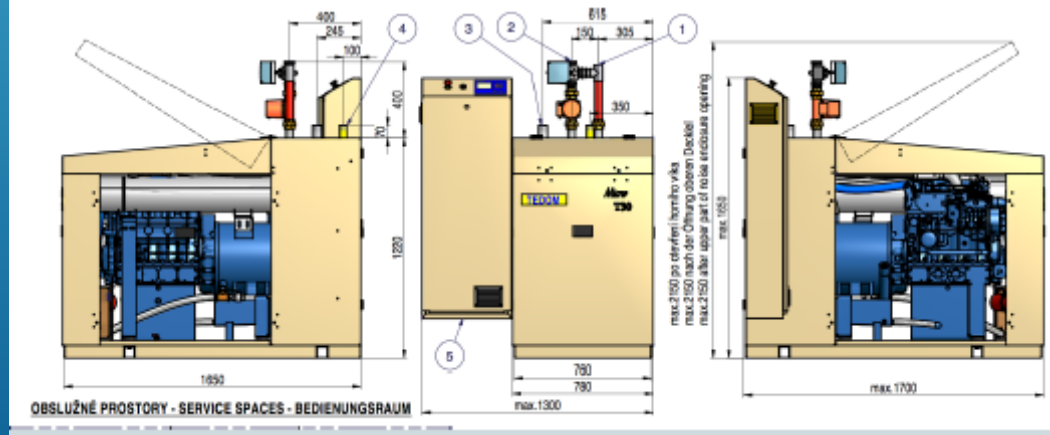
LIFESTYLE

Neue zentrale Wärmeversorgung



Gas- Brennwertkessel- Remeha ECO 310
98-499 kW

Neue zentrale Wärmeversorgung
BHKW Micro T30 AP

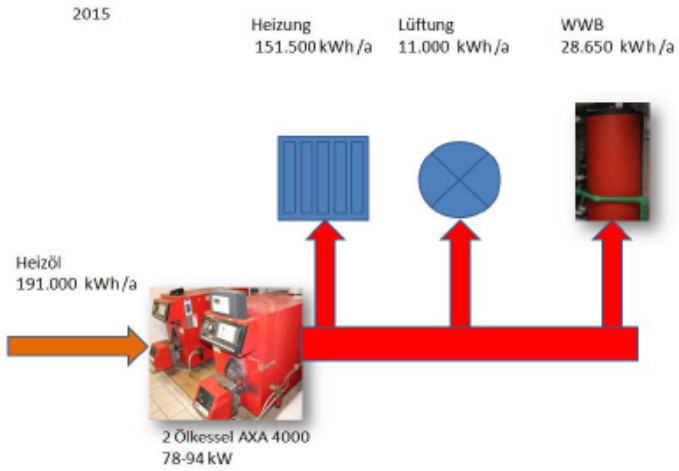


Beschreibung des Objektes

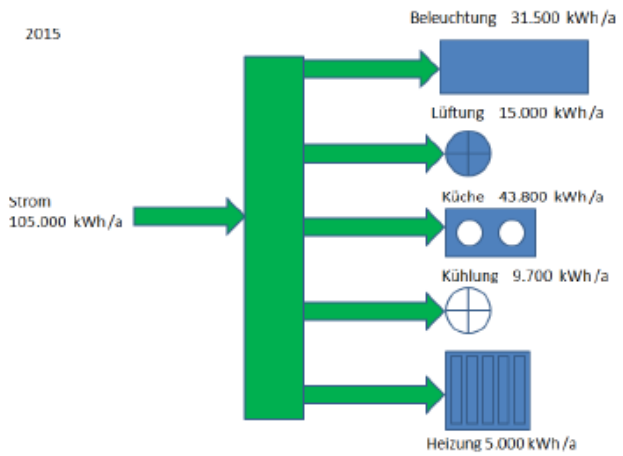
Das Objekt ist ein traditionsreiches im Bergbaustil eingerichtetes Hotel im Erzgebirge und verfügt über 23 komfortabel eingerichtete Zimmer in verschiedenen Kategorien und verfügt über eine Sauna.

Energieflüsse und Energiebilanz

Heizung



Strom



Heizzentrale:

NT-Öl-Kesselanlage
mit zentraler Warmwasserbereitung 2 x Fabriakt AXA –Typ 4000/A1-90 (78-94 kW)

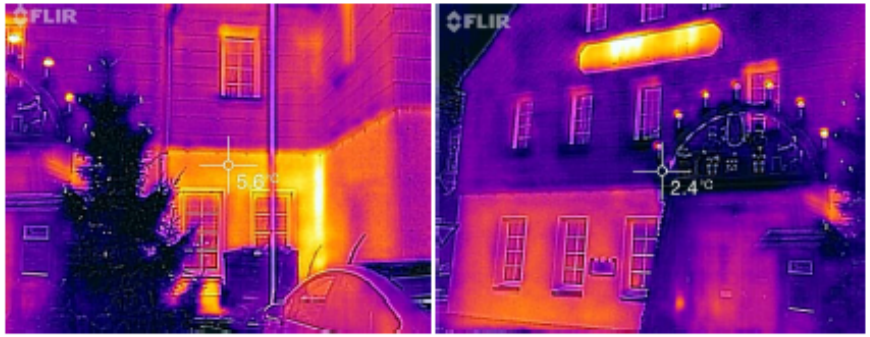
Heizkreise: 70/50°C
Heizung
Warmwasserbereitung
Lüftung

Die vorhandene Kühlanlage ist mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet, die direkt in die Wärmeversorgung einspeist.

Handlungsempfehlungen

1. Verbesserung des Wärmeschutzes aufgrund einer Thermografie

Bei einer Außentemperatur von 0 °C wurden am 22.03.2016 gegen 16.00 Uhr wurde eine Thermografie der Bauhülle durchgeführt.



2. Kesseltausch – Ersatz des vorhandenen NT-Kessel durch einen Öl-Brennwertkessel

In der als Anlage beigefügten Dokumentation Energieberatungsbericht ist ersichtlich, das 2 Brennwertkessel mit je 57 kW erforderlich sind.
Es wird eine Energieeinsparung von 10 % erzielt.

Abschätzung der Wirtschaftlichkeit

Einsparung
Durch die Verbesserung des Wärmeschutzes kann der Wärmebedarf um ca. 10 % gesenkt werden.
Das bedeutet auf 2015 bezogen eine Einsparung von 191.000 kWh /a * 10 % = 19.100 kWh /a
Bei einem spezifischen Ölpreis von 2015 von 0,05 Euro/ kWh ergibt das eine jährliche Einsparung von 955,00 Euro/a.

Investitionsaufwand

Es wird mit einem Investitionsaufwand von 15.000,- Euro gerechnet und damit ergibt sich eine Amortisation von 15,7 Jahren.

Umweltwirkung

Heizenergie-bedarf	Primären-ergiebedarf	CO^2-Emissionen	NO^2-Emissionen	SO^2-Emissionen
kWh/a	kWh/a	kg/a	kg/a	kg/a
191.000,00	204.370,00	40.492,00	133,70	7,64
171.900,00	183.933,00	36.442,80	120,33	6,88
10,00		%		
Einsparung pro Jahr				
19.100,00	20.437,00	4.049,20	13,37	0,76

3. Ersatz des vorhandenen NT-Kessel durch einen Öl-Brennwertkessel im Zusammenhang mit einem BHKW auf Basis Flüssiggas

Hierzu wurden 2 Lösungen betrachtet.

eco-Power 20.0 für Flüssiggas s. Anlage

Richtwert : Investition	60.000,00 Euro Brutto
Planung ca. 20%	12.000,00 Euro Brutto

Elektrische Leistung	10-20 kW
Thermische Leistung	30-44 kW

Summe der Einsparung:	17.933,12 Euro/a
Amortisation:	3,34 Jahre

CO2-Einsparung	81,22 t/a

Die Aufwendungen für die Kesselanlagen reduzieren sich auf dadurch auf 17.000,00 Euro Brutto

Smartblock 7,5 für Flüssiggas s. Anlage

Richtwert : Investition	35.000,00 Euro Brutto
Planung ca. 20%	5.500,00 Euro Brutto

Elektrische Leistung	7,50 kW
Thermische Leistung	23,00 kW

Summe der Einsparung:	6.705 Euro/a
Amortisation:	5,8 Jahre

CO2-Einsparung	59 t/a

Hotel Schwarzbeerschänke Hotelbetriebsgesellschaft mbH
Amtsseite Hinterer Grund 2
09496 Marienberg

Altbau

Neubau

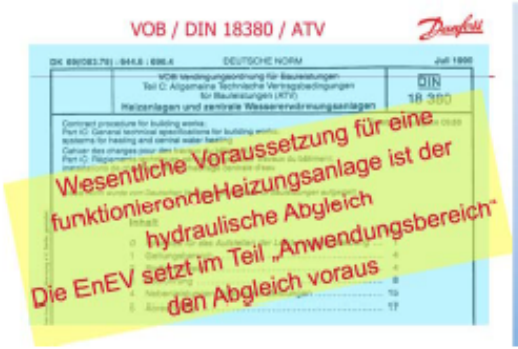
1. Nachrüstung der MINEC (Hydraulischer Abgleich-Pufferspeicher-Leistungsregler)

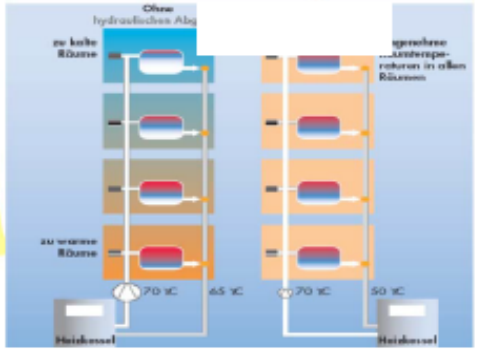
Eine weitere Möglichkeit Energie einzusparen und dabei einen sicheren Heizbetrieb zu garantieren bietet der hydraulische Abgleich. Er ist zwar nach der VOB vorgeschrieben, wurde jedoch bisher nachweislich nicht durchgeführt.
Weitere gesetzliche Regelungen:

Überprüfung der Druckhaltung (neue Auflagen zum Auflastdruck nach VDI 2035 Bl. 2), Beseitigung der festen Schlauchverbindung für die Heizungs-Nachspeisung und Einbau eines zugelassenen Nachspeisegerätes, Kaltwasserzähler zur Erfassung der Nachspeisemengen mit Nachweisführung, Luftabscheider, Magnetitfilter…
Richtwert:800,- Euro

Überprüfung des Heizungswassers nach VDI 2035 Bl. 1+2 und Anlegen eines Wasserkontrollbuches.
Richtwert:60,- Euro jährlich

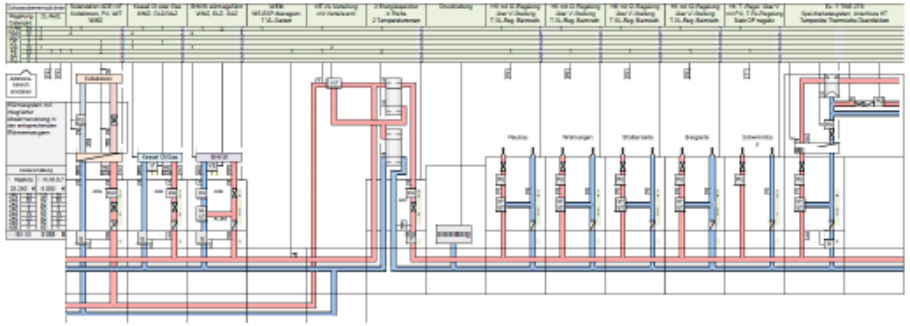
Durch optimale Einstellung von Heizung, Pumpen, Regelung und Thermostatventilen lassen sich zehn bis 20 Prozent Heizenergie einsparen. Das ergab das groß angelegte Forschungsprojekt OPTIMUS. Heizungspumpen sind durchschnittlich dreifach zu groß, die Heiz- kessel um 80 Prozent. Das Optimieren lohnt sich für Haushalte; für Handwerker ergibt sich daraus ein neues Geschäftsfeld. Durch Optimierung aller Heizungen könnte Deutschland seine kompletten Emissionsminderungspflichten erfüllen.





Für das Hotel wird das System „MINEC" vorgeschlagen. Es ist eine Kombination von hydraulischem Abgleich – Nutzung von Pufferspeichern und einem Leistungsregler s. Beitrag.

Schaltbild – neue Regelung s. Anlage 4



Abschätzung Einsparung durch das System MINEC

Energieeinsparung 25 % von 238.000 kWh /a = 59.500 kWh/a

Energiekosteneinsparung 59.500 kWh /a x 0,06 Euro/ kWh = 3.570 Euro/a

Investitionsaufwand s.o. (Anlage 4) 28.280,- Euro

Amortisation 28.200,- Euro / 3.570,- Euro/a = 8 Jahre

Umweltwirkung

Heizenergie-bedarf	Primaren-ergiebedarf	CO^2-Emissionen	NO^2-Emissionen	SO^2-Emissionen
kWh/a	kWh/a	kg/a	kg/a	kg/a
238.000,00	254.660,00	50.456,00	166,60	9,52
178.500,00	190.995,00	37.842,00	124,95	7,14
25,00			%	
Einsparung pro Jahr				
59.500,00	63.665,00	12.614,00	41,65	2,38

2. Erneuerung des vorhandenen BHKW Dachs

Das BHKW DACHS wurde von uns installiert und am 12. 09. 2002 in Betrieb genommen.
Anfangs lief der DACHS 8.512 bh/a.
Nach Installation der Solaranlage verringerte ich die Laufzeit auf 7.887 bh/a.
Am 30.11.2011 kam es bei 75.000 bh zu einen Bruch-Schaden des Kolbenringes und größere Beschädigung der Zylinderlaufbuchse,
'Wasserschaden.... Seitdem steht die Anlage.
Fühler wurden vom Betreiber an falscher Stelle montiert .
Es kann nur ein neuer DACHS empfohlen werden. Entsprechender Angebote wurden mehrfach gemacht.
Die neuen "DACHSE" sind nur noch als Brennwertgeräte lieferbar, so dass nunmehr ein separater Schornsteinzug sein muss. Dies muss noch geprüft werden.
Der alte DACHS konnte in das Abgasrohr des Kessel mit eingebunden werden - wir hatten das alte Rohr demontiert und ein größeres eingebracht für Kessel und DACHS.

Inbetriebnahme DACHS: 12. 09. 2002
- Kolben erneuert: 23. 05. 2007 bei 39.000 bh
- Schläuche gewechselt: 15. 02. 2009 /
- Schläuche nicht gewechselt: 10. 06. 2011 / 21. 0 10. 2011
- Kolben: Hinweis zur Erneuerung (600,00 €) : 26.10.2010,: 10. 06. 2011
- 30.11.2011 bei 75.000 bh Bruch-Schaden: ca. 2.000 € (mit Wartg. Öl, Filter...)

Grund: RL-Fühler an falscher Stelle montiert: Info am 18.02.09 / 16.06.09...
dadurch Hydraulik falsch und damit höhere Starthäufigkeit - starke Verschmutzung der Rußfilters
Motor läuft nicht leistungsoptimiert und wird 2-3° C wärmer.
Dadurch Bruch des Kolbenrings und größere Beschädigung der Zylinderlaufbuchse.

Da keine Fernwartung mgl. wurde dies auch nicht bemerkt.
Die neuen DACHSE haben zusätzl. einen Temp.-Fühler zur Fehleranalyse.

Es sind Einsparungen bis 35 % möglich bei Amortisationszeiten von ca. 10 Jahren.

Energieeinsparung durch Ersatz des defekten BHKS Dachs

Brennstoff Heizöl, 10,5 kW thermisch , 5,3 kW elektrisch,
Abschätzung 5,3 kW x 5.000 h/a = 26.500 h/a

Bei Eigenstromnutzung mögliche Einsparung:

26.500 h/a x 0,21 Euro/kWh (Strompreis 2015) = 5.565 Euro/a möglich
Kosten für jährliche Wartung 1.271 ,- Euro/a

Investitionsaufwand geschätzt 35.000 -, Euro

Amortisation 35.000,00 Euro / 4.294,00 Euro/a = 8 Jahre