

Dezernat : **Energiewirtschaft**
Fachbereich : **Einsparungskonzepte**

Klimaschutzkonzept

im Auftrag der

Gemeinde Lengede

Hauptverwaltung : **Hockenheim**
Referenzen : **Über 100 Landkreise und über 1000 Städte und Gemeinden**

Inhaltsverzeichnis

	Seiten
Zusammenfassung	3 - 6
Energie- und Umweltbilanz	7 - 8
Berechnungsgrundlagen / Messgeräte	9
Übersicht der Objekte, Energiekosten, Investitionen und Einsparungen	10 - 20
Untersuchungsberichte	21 - 235
Klimaschutz	236 - 238
Dienstanweisung Energie	

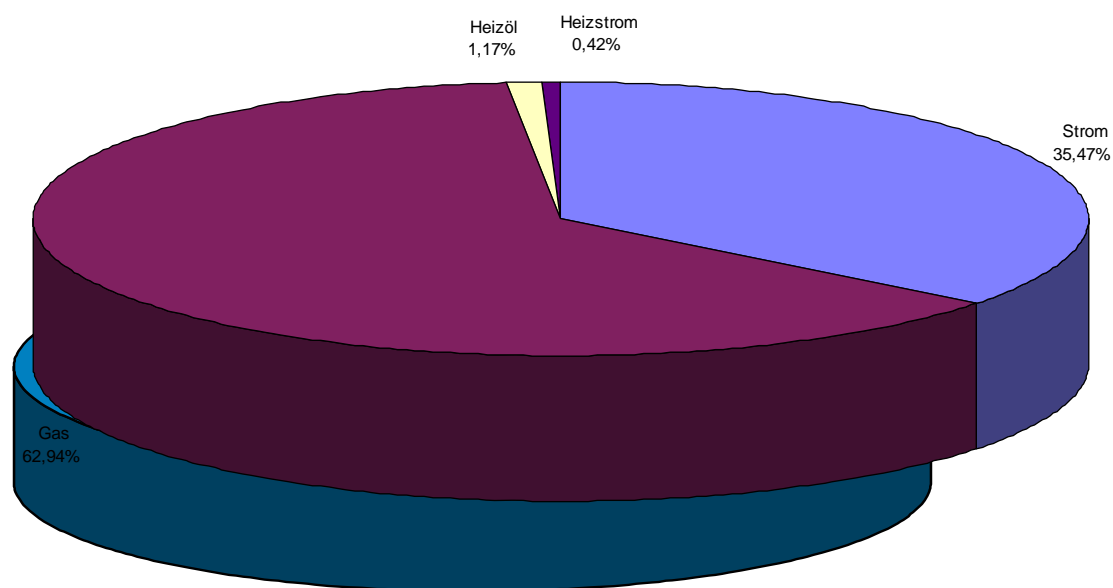
Zusammenfassung

Studie im Auftrag der Gemeinde Lengede auf Möglichkeiten zur Energieeinsparung unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten.

Die energetische Untersuchung umfasst 36 Einrichtungen und die gesamte Straßenbeleuchtungsanlage.

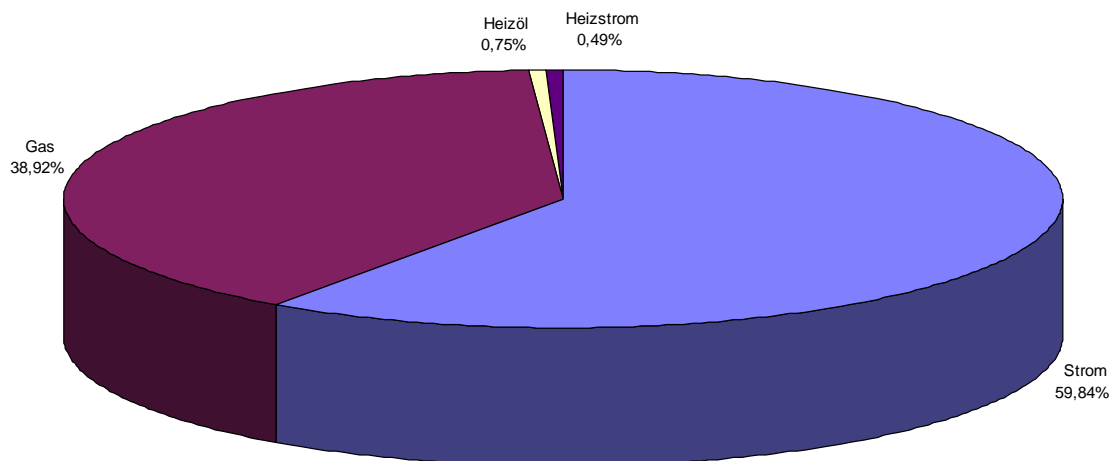
Der untersuchte Jahresenergieverbrauch beträgt 3.469 MWh. Zur Deckung des Energiebedarfs werden 2 Energieträger eingesetzt. Die prozentuale Verteilung sieht folgendermaßen aus:

Aufteilung der Energieträger



Die untersuchten Jahresenergiekosten betragen inklusive Mehrwertsteuer 355.390 €. Die prozentuale Verteilung der Jahresenergiekosten verläuft aufgrund des Preisgefälles zwischen elektrischer und thermischer Energie stark unterschiedlich. Es ergibt sich folgendes Bild:

Verteilung der Energiekosten



Das Energieeinsparungskonzept konzentriert sich - wie bei der Auftragsvergabe vorgesehen - auf die Darstellung von kurz- und mittelfristigen Einsparungsmaßnahmen. Darüber hinaus zeigt das Gebäude- und Anlagenkataster den Handlungsbedarf für langfristige Maßnahmen und Sanierungen auf.

Kurz- und mittelfristige Maßnahmen:

Das Gutachten basiert auf den aktuellen Messwerten und Verrechnungssätzen der Energielieferanten. Zur Ermittlung des Ist-Zustandes wurden Messungen an allen Energieversorgungsanlagen inklusive einer Schadstoffanalyse bei den Feuerungsanlagen durchgeführt. Die Mess- und Aufnahmedaten sind in Form einer Schwachstellenanalyse dokumentiert. Hierauf aufbauend wurde folgendes Energieeinsparungsprogramm erarbeitet:

- Optimierung der Feuerungsanlagen
- Zentrale und dezentrale Leittechnik
- Modernisierung der Beleuchtungsanlagen
- Bedarfsgerechte Steuerung von Motoren
- Einsatz von Klein-BHKW-Anlagen
- Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen

Das Untersuchungsergebnis für die kurzfristigen Maßnahmen für alle Einrichtungen der Gemeinde Lengede sieht folgendermaßen aus:

Energieeinsparung	:	135,724	MWh/a
Einsparungsvolumen	:	26.198	€a
Einmalige Investition	:	120.545	€
Amortisationsdauer	:	Ø 4,6	Jahre
C0₂-Emissionsminderung	:	36,9	t/a
Mehrwertsteuer, inkl.	:	19	%
Ökosteuern	:	enthalten	

Das Untersuchungsergebnis für die mittel- und langfristigen Maßnahmen sieht folgendermaßen aus:

Energieeinsparung	:	19,792	MWh/a
C0₂-Emissionsminderung	:	3,9979	t/a

Prioritätsplanung:

Die nachfolgende Kosten-/Nutzenanalyse gibt den Nutzeffekt je T€ (1.000,00 € Investition) wieder. Sie ist somit Vorgabe für alle Überlegungen:

		Energieeinsparung	Emissionsminderung
		kWh / T€ p.a.	CO ₂ in kg / T€ p.a.
Kurz- und mittelfristige Maßnahmen	:	Ø 1.340	Ø 364
Erneuerung der Wärmeerzeuger	:	Ø 1.428	Ø 428
Nachträglicher Vollwärmeschutz	:	Ø 625	Ø 187
Langfristige Maßnahmen / Elektro	:	Ø 182	Ø 103
Regenerative Systeme, z. B. Solarkollektoren	:	Ø 175	Ø 52

Diese Kosten-/Nutzenanalyse ist immer dann zu aktualisieren, wenn Ersatzinvestitionen anfallen, da diese die Beurteilung stark beeinflussen, z. B.:

- Nahwärmeversorgung / BHKW-Betrieb oder Kesselsanierung
- Vollwärmeschutz im Zuge der Putzsanierung
- Absorberanlage oder Erneuerung des Warmwasserbereiters
- Hochleistungslampen im Zuge der turnusmäßigen Erneuerung von Straßenbeleuchtungsanlagen

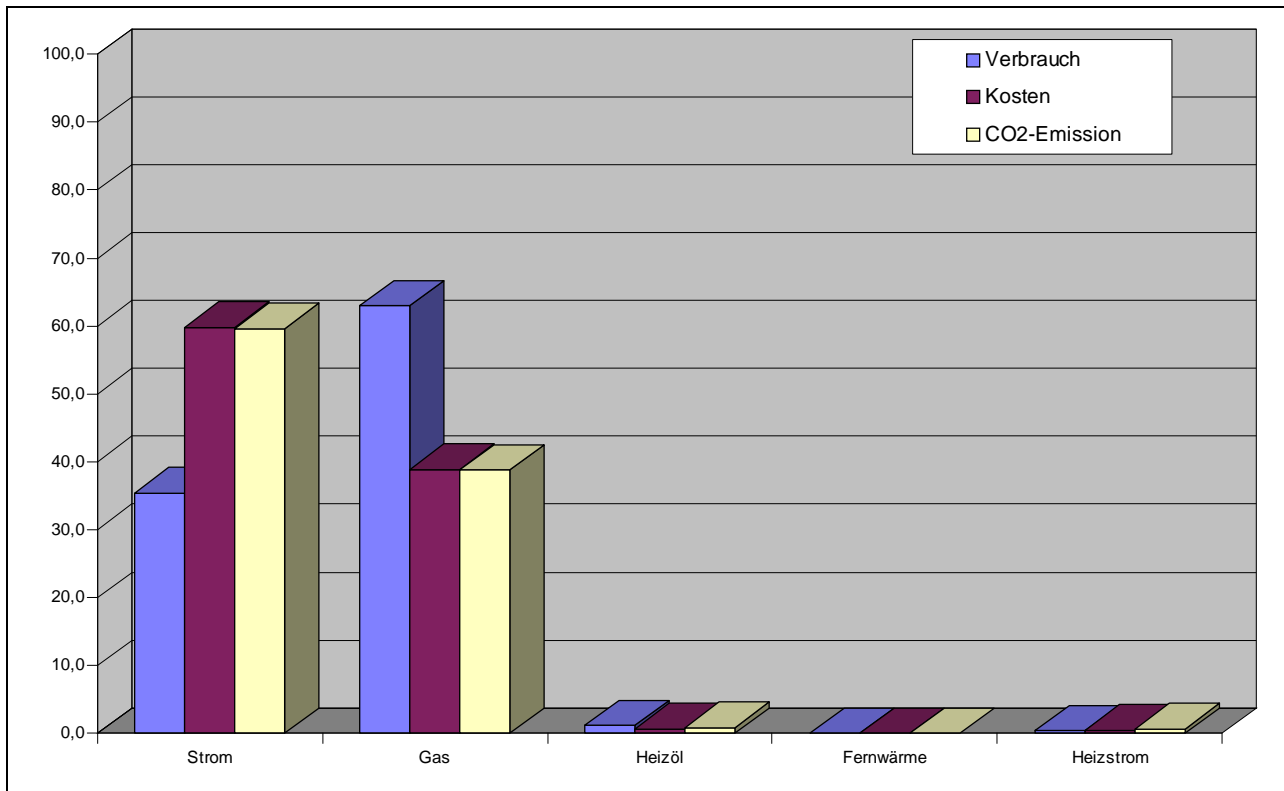
Von der Gemeinde Lengede wurden in den zurückliegenden Jahren ganz erhebliche Investitionen zur Optimierung des Energiebedarfs getätigt. Die Beleuchtungsanlage wurde weitestgehend optimiert, es wurden Brennwertkessel installiert, Heizkörper erneuert sowie die Bauphysik durch neue Fenster und Wärmedämmung verbessert. Der Erfolg wird durch die günstigen Energiekennwerte bestätigt.

Energie- und Umweltbilanz

Ist-Zustand

Hochbauten	Investition	Verbrauchsdaten			Emissionen		
	TEUR	MWh	MW	TEUR	SO ₂ - kg	NO _x - kg	CO ₂ - t
Strom	0,0	390,3	0,3	65,3	242,0	405,9	214,7
Gas	0,0	2.183,2	2,0	116,2	10,9	272,9	441,0
Heizöl	0,0	40,7	0,0	2,2	18,3	6,1	10,8
Fernwärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizstrom	0,0	14,5	0,0	1,5	9,0	15,1	8,0
Summe	0,0	2.628,7	2,4	185,2	280,2	700,0	674,4
Pump-/ Klärwerke							
Strom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Straßenbel.	0,0	840,0	0,7	113,4	520,8	873,6	462,0
Summe	0,0	3.468,7	3,1	298,6	801,0	1.573,6	1.136,4

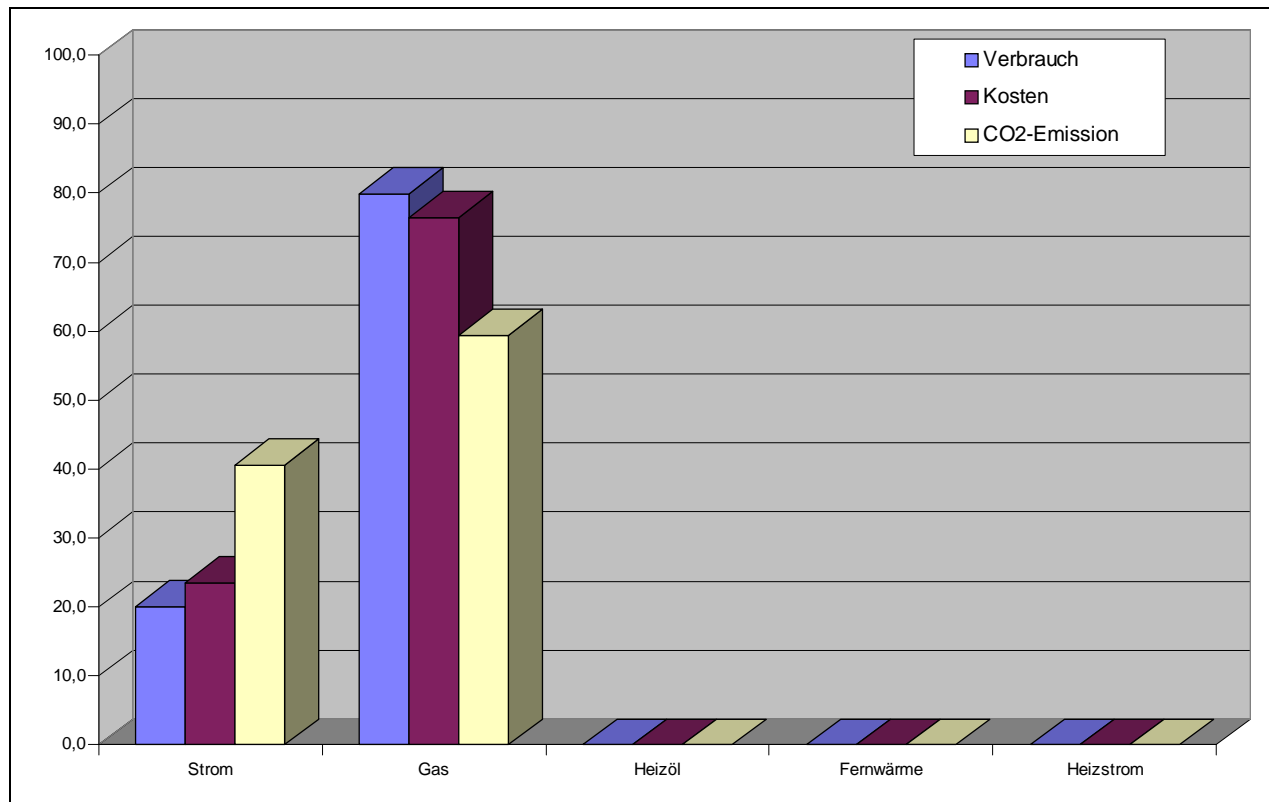
Relation in %



Einsparungspotenzial / Kurzfristig

Hochbauten	Investition	Einsparungsdaten			Emissionen		
	TEUR	MWh	MW	TEUR	SO ₂ - kg	NO _x - kg	CO ₂ - t
Strom	15,8	27,2	0,0	5,2	16,9	28,3	15,0
Gas	85,5	108,5	0,1	16,8	0,5	13,6	21,9
Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fernwärme	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Heizstrom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe	101,3	135,7	0,1	22,0	17,4	41,9	36,9
Pump-/ Klärwerke							
Strom	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Straßenbel.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Summe	101,3	135,7	0,1	22,0	17,4	41,9	36,9

Relation in %



Berechnungsgrundlagen

Kostenberechnung/Bezugsjahr	: Jahr 2009
Wirtschaftlichkeitsberechnung	: statische Methode
Emissionsdaten/Strom	: Bezugsjahr 2005
Zielbereich	: Bundesländer, alt
Quellen	: BMWI, IZE, UBA
Verbrennungsanlagen	: Bezugsjahr 2006
Quellen	: Recknagel, Fischer BMWI
Bereich	: spez. Emissionen in g/kWh
Mehrwertsteuer	: 19 %

	CO ₂	SO ₂	NO _x
Stromerzeugung	550,0	0,620	1,040
Feuerungsanlagen / Heizöl "EL"	265,0	0,450	0,150
Feuerungsanlagen / Erdgas	202,0	0,005	0,125
Fernwärme / Braunkohle	400,0	10,000	1,000
Fernwärme / Steinkohle	350,0	1,800	0,650
Fernwärme / Heizöl "EL"	273,0	0,290	0,200
Fernwärme / Erdgas	180,0	0,004	0,140

K&L Datensammlung

Energiekennzahlen	: Seit 1981, ca. 40.000 kommunale Einrichtungen
Energieverbrauch und Kostendaten	: Seit 1984, ca. 1400 Kommunen
Energiepreisdaten	: Seit 1968, ca. 70.000 Tarife und Sonderverträge
Investitionsdaten	: Seit 1989, ca. 10.000 Ausschreibungsergebnisse

Messgeräte

Gasanalysecomputer	: Loy GmbH, Gaco-H Loy GmbH, Gaco-SN
Thermometer	: Afriso, TM 3 Testo, Testo 110
Hygrometer	: Wessels Meßtechnik, DH1
Manometer	: Brigon, Manotherm 5200
Stromzangen	: Lutron, DM 6014
Leistungsmittelwertdrucker	: Wetzer, VP 963011 Mediatec, Enerlog ML 024A
Luxmeter	: Gossen, Mavolux digital
Infrarot-Kameras	: Agema, Thermo-Vision 470 Canon Still-Video 2000

ÜBERSICHT DER OBJEKTE, ENERGIEKOSTEN, INVESTITIONEN UND
KURZFRISTIGEN EINSPARUNGEN DER GEMEINDE LENGEDE

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a	
GRUNDSCHULE, KINDER- KRIPPE UND MEHRZWECK- HALLE 38268 Lengede Hinter der Kippe 11 <i>ELEKTRIZITÄT</i> Umrüstsätze mit T5-Leuchtstoff- lampen Tageslichtabhängige Beleuchtungs- steuerung <i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Bedarfsgerechte Nutzung der RLT- Anlage Einsatz eines Klein-Blockheizkraft- werkes	21 - 36	9.242,81	2.688,00	467,82	
			2.100,00	571,03	
	37 - 76	27.906,06	2.500,00	1.253,08	
			25.000,00	4.337,35	
KINDERKRIPPE 38268 Lengede, Hinter der Kippe 7 <i>ELEKTRIZITÄT</i> <i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	77 - 77	658,72			
	78 - 80	1.188,17			
RATHAUS 38268 Lengede, Vallstedter Weg 1 <i>ELEKTRIZITÄT</i>	81 - 81	6.230,62			
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer					

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Anpassung der Aufheizphase Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen Hydraulischer Abgleich	82 - 87	10.935,00	100,00 400,00 1.200,00	437,40 91,39 1.071,17
BÜRGERHAUS 38268 Lengede, Woltwiescher Weg 1 <i>ELEKTRIZITÄT</i>	88 - 89	2.016,00		
SPORTHEIM SV LENGEDE 38268 Lengede, Schachtweg 2 <i>ELEKTRIZITÄT</i> Einsatz von Kompaktleuchtstofflampen <i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	90 - 91 92 - 95	1.670,72 4.247,64	165,00	85,98
TURNERBUND SPORTHEIM 38268 Lengede, Sandschachtweg <i>ELEKTRIZITÄT</i> <i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	96 - 96 97 - 98	593,74 1.562,40		
SPRITZENHAUS 38268 Lengede, Bäckerstr. 8 <i>ELEKTRIZITÄT</i>	99 - 99	253,49		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Austausch der Wochenuhr gegen eine Tagesuhr	100 - 103	888,43	250,00	133,28
FEUERWEHRGERÄTEHAUS 38268 Lengede, Schachtweg 12				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	104 - 104	950,38		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Anpassung der Aufheizphase	105 - 107	3.294,17	100,00	592,72
BAUHOF 38268 Lengede, Erzring 8				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	108 - 108	969,23		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	109 - 110	1.437,45		
FEUERWEHRGERÄTEHAUS 38268 Lengede-Barbecke, Hauptstr. 38a				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	111 - 111	201,41		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	112 - 113	629,87		
SPORTHEIM 38268 Lengede-Barbecke, Repp- nerstr. 5				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	114 - 114	236,77		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe Hydraulischer Abgleich/Einsatz einer drehzahlgeregelten Umwälzpumpe	115 - 119	1.788,34	150,00 650,00	199,17 234,59
KINDERGARTEN 38268 Lengede-Barbecke, Am Schulberg 2a				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	120 - 120	439,24		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i>	121 - 123	2.238,50		
SPORTANLAGE/VEREINS-HEIM 38268 Lengede-Broistedt, Zum Sportpark 3				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	124 - 124	253,01		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz drehzahlgeregelter Umwälzpumpen Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe	125 - 129	1.850,79	900,00 150,00	141,56 200,94
KINDERGARTEN 38268 Lengede-Broistedt, Osterriehe 17				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	130 - 130	1.365,60		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen Hydraulischer Abgleich Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe	131 - 136	2.071,49	400,00 1.500,00 150,00	83,17 241,10 193,69
GRUNDSCHULE UND TURNHALLE 38268 Lengede-Broistedt, Le- benstedter Str. 7 <i>ELEKTRIZITÄT</i>	137 - 137	3.504,29		
FEUERWEHRGERÄTEHAUS 38268 Lengede-Broistedt, Wiesenweg 8 <i>ELEKTRIZITÄT</i>	138 - 138	441,66		
GRUNDSCHULE, TURNHALLE UND FEUERWEHRGERÄTEHAUS <i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz einer Klein-BHKW-Anlage	139 - 144	14.980,22	25.000,00	3.349,15
WOHNHAUS 38268 Lengede-Broistedt, Rosen- hagen 8 <i>ELEKTRIZITÄT</i>	145 - 145	152,54		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	146 - 149	5.449,84		
JUGENDZENTRUM 38268 Lengede-Broistedt, Am Bahnhof 40				
<i>ELEKTRIZITÄT</i> Umrüstsätze mit T5-Leuchtstoff- lampen	150 - 151	1.106,81	165,00	66,56
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz von Spezialthermostatventi- len	152 - 156	1.798,05	330,00	215,73
Einsatz drehzahl geregelter Um- wälzpumpen			600,00	156,78
INDUSTRIEHALLE 38268 Lengede-Broistedt, Marie- Curie-Str. 3a				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	157 - 157	4.212,50		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	158 - 161	2.800,00		
INDUSTRIEHALLE 38268 Lengede-Broistedt, Marie- Curie-Str. 3b				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	162 - 162	0,00		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	163 - 165	0,00		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
INDUSTRIEHALLE 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3c <i>ELEKTRIZITÄT</i> Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen <i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen	166 - 167	3.334,04	1.800,00	555,12
	168 - 172	3.240,00	700,00	218,91
HALLE FIRMA LEHNKERING 38268 Lengede-Broistedt, Ellen-Richards-Str. 8 <i>ELEKTRIZITÄT</i> Installation eines Bewegungsmelders für die hintere Halle Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen <i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz einer drehzahl geregelten Umwälzpumpe	173 - 175	5.451,30	500,00	306,89
	176 - 180	1.521,90	1.200,00	466,99
NATURBAD/SOZIALGEBÄUDE 38268 Lengede-Broistedt, Zum Sportpark 3 <i>ELEKTRIZITÄT</i> <i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i>	181 - 182	10.647,37		
	183 - 185	2.008,80		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
GRUNDSCHULE 38268 Lengede-Woltwiesche, Breite Str. 27				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	186 - 186	3.626,30		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz einer Klein-BHKW-Anlage	187 - 189	9.740,08	25.000,00	3.357,23
KINDERGARTEN 38268 Lengede-Woltwiesche, Rostocker Str. 8				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	190 - 190	1.068,34		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe Hydraulischer Abgleich	191 - 194	4.467,83	150,00 750,00	168,34 402,07
FEUERWEHRGERÄTEHAUS 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestr. 8				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	195 - 195	281,50		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i>	196 - 198	859,90		
SPORTHALLE 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestr. 10				
<i>ELEKTRIZITÄT</i> Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung	199 - 200	3.197,51	1.800,00	216,63
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Überprüfung der Regelparameter/ Neueinstellung der Vorlauftemperatur	201 - 204	5.266,37	300,00	517,95
KLÄRANLAGE/BETRIEBS- GEBÄUDE 38268 Lengede-Woltwiesche, Große Str. 1				
<i>ELEKTRIZITÄT</i> Umrüstsätze mit T5-Leuchtstoff- lampen	205 - 206	490,00	380,00	156,41
<i>HEIZSTROM</i>	207 - 208	1.450,00		
SPORTHEIM 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestraße				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	209 - 209	194,21		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Hydraulischer Abgleich/Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen	210 - 213	1.081,20	1.000,00	218,77
KINDERGARTEN/WOHN- HAUS 38268 Lengede-Klein Lafferde, Peiner Str. 19				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	214 - 214	494,13		
Alle Euro-Beträge erhöhen sich um die gesetzliche Mehrwertsteuer				

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen	Seite	Energiekosten €/a	Investition €	Einsparung €/a
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen Hydraulischer Abgleich Anpassung der Aufheizphase	215 - 220	1.917,84	900,00 1.000,00 100,00	208,63 172,67 230,23
WOHNHAUS 38268 Lengede-Klein Lafferde, Salzgitter Str. 7				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	221 - 221	1.672,54		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG – KLIMA</i>	222 - 223	1.823,25		
SPORTHEIM 38268 Lengede-Klein Lafferde, Münstedter Weg 17				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	224 - 224	367,53		
<i>HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA</i> Anpassung der Aufheizphase Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen	225 - 229	1.478,40	100,00 400,00	266,11 106,67
STRASSENBELEUCHTUNG				
<i>ELEKTRIZITÄT</i>	230 - 235	113.401,08		
KLIMASCHUTZ	236 - 238			
Zwischensumme		298.647,38	101.298,00	22.015,08
Mehrwertsteuer 19 %		56.743,00	19.246,62	4.182,87
Endbetrag		355.390,38	120.544,62	26.197,95

MITTELFRISTIGE EINSPARUNGEN / SANIERUNGSBEDARF

Untersuchungsbereich Einsparungsmaßnahmen			Investition €	Einsparung €/a
Austausch der Kesselanlage Spritzenhaus Lengede			6.000,00	106,63
Austausch der Kesselanlage Wohnhaus Broistedt			15.000,00	817,42
Austausch der Kesselanlage Feuerwehrgerätehaus Woltwiesche			6.000,00	129,04
Summe			27.000,00	1.053,09

GRUNDSCHULE, KINDERKRIPPE UND MEHRZWECKHALLE

ELEKTRIZITÄT

Aufgabenstellung

Ermittlung des Istzustandes anhand von Mess- und Aufnahmedaten
Schwachstellenanalyse zur Aufdeckung von Energieverlusten
Darstellung der Einsatzmöglichkeiten von neuen Technologien
Überprüfung des Nutzerverhaltens
Ausarbeitung eines sofort umsetzbaren Einsparungskonzeptes

Grundlagen

Stromrechnungen
Stromlieferungsvertrag
Kostenverhältnisse im Jahr 2009
Objektanalyse 38268 Lengede, Hinter der Kippe 11
Objekt-Nr. 1

1. ERMITTLUNG DES IST-ZUSTANDES

1.1 Grundlagen der Stromversorgung

Die Versorgung mit elektrischem Strom erfolgt auf der Grundlage des bestehenden Stromlieferungsvertrages.

Hiernach verpflichtet sich Ihr Stromlieferant, elektrische Energie in Form von Drehstrom in einer Spannung von 230/400 Volt und einer Frequenz von 50 Hertz zu liefern.

Der Strombezug wird nach der Preisregelung „Kommunaltarif“ abgerechnet.

Die Versorgung mit elektrischem Strom erfolgt mittels eines Sonderkabels aus einer naheliegenden Ortsnetzstation. Diese befindet sich im Eigentum Ihres Stromlieferanten und ist, außer zur Versorgung Ihres Betriebes, zur Stärkung des Ortsnetzes vorgesehen.

Die Erfassung der bezogenen elektrischen Arbeit und Leistung setzt deren exakte Messung voraus. Die Messeinrichtung muss einem von der Phys.-Techn.-Bundesanstalt als beglaubigbar erklärten System angehören.

Die Messung der elektrischen Arbeit und Leistung wird auf der Niederspannungsseite vorgenommen.

Bei der mittelspannungsseitigen Messung der Verbrauchswerte wird der Eigenverbrauch der Transformatorenanlage unmittelbar durch den Hauptzähler zusammen mit den Betriebswerten registriert. Bei der niederspannungsseitigen Messung sitzt die Messeinrichtung hinter der Transformatorenanlage, so dass die Eisen- und Kupferverluste der Transformatorenanlage und die Übertragungsverluste der Zuleitung nicht durch die Messanlage erfasst werden.

Die Messanlage besteht aus folgenden Einzelzählern:

- 1 Wirkstrom-Einfachtarif-Zähler

1.2 Übersicht der Abnahmewerte

Die verschiedenen Preisregelungen sind so gestaltet, dass die Abnahmestruktur die Höhe des Durchschnittspreises bestimmt. Die Abnahmestruktur wiederum setzt sich aus einer Vielzahl von Faktoren, wie z.B. Jahresnutzungsbedarf, Nacht- und Sommerverbrauchsanteil, Bandbreite, Ausnutzungsgrad usw. zusammen. Für die Beurteilung der Abnahmestruktur ist es insofern in erster Linie entscheidend, wann, wozu und wie der Bedarf für die einzelne Kilowattstunde entsteht.

Gesamtarbeit	:	56.017	kWh
davon	:	42.013	kWh
Tag-Wirkarbeit	=	75	%
davon	:	14.004	kWh
Nacht-Wirkarbeit	=	25	%
Sommer-	:	22.407	kWh
verbrauchsanteil	=	40	%
Jahresleistung	:	47	kW
Benutzungsdauer	:	1.200	h/a
Ausnutzungsgrad	:	13,7	%
Nutzfläche	:	4.500	qm
Stromkennzahl	:	12	kWh/qm . a

Die elektroenergetische Bewertung von Gebäuden ist außerordentlich schwierig und zeitaufwendig. Eine Vielzahl von Parametern wie z.B. Alter, Ausstattung mit Elektroverbrauchern, Art der Nutzung usw. beeinflusst das Ergebnis erheblich. Die gängigste Form der Grobanalyse stellt die Bewertung nach Jahresenergiekennzahlen dar.

Die Jahresstromkennzahl der Referenzperiode errechnet sich durch die Division von Jahresstromverbrauch in kWh und der Netto-Grundfläche in qm. Sie beträgt

$$\frac{56.017 \text{ kWh}}{4.500 \text{ qm}} = \underline{\underline{12 \text{ kWh/qm/a}}}$$

Anhand der nachfolgenden Übersicht, die dargestellten Grenzwerte sind der K & L-Datenzentrale entnommen und basieren somit auf den Mess- und Erfassungswerten von über 40.000 Einrichtungen, erfolgt eine Klassifizierung. Diese sieht folgendermaßen aus:

Gebäudekategorie	Gebäudegröße (Nettogrund- fläche) [m ²]	Vergleichswerte Strom [kWh/m ² _{NGFA}]
Verwaltungsgebäude	≤ 3.500	35
	> 3.500	45
Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung	beliebig	65
Krankenhäuser und Unikliniken für Akutkranke	beliebig	180
Schulen	≤ 3.500	15
	> 3.500	20
Allgemeinbildende Schulen	≤ 3.500	15
	> 3.500	15
Grundschulen	≤ 3.500	15
	> 3.500	15
Hauptschulen	beliebig	15
Realschulen	beliebig	15
Gymnasien	beliebig	15
Gesamtschulen	beliebig	20
Berufsbildende Schulen	≤ 3.500	20
	> 3.500	25
Sonderschulen	beliebig	20
Kindertagsstätten	beliebig	25
Sportbauten	beliebig	40
Hallen (ohne Schwimmhallen)	beliebig	40
Schwimmbhallen	beliebig	220
Gebäude für Sportplatz- und Freibadeanlagen	beliebig	45
Gebäude für Freibadeanlagen einschl. Außenanlagen	beliebig	280
Gemeinschaftsstätten	≤ 3.500	30
	> 3.500	30
Garangengebäude	beliebig	45
Gebäude für öffentliche Bereit- schaftsdienste	≤ 3.500	20
	> 3.500	35
Straßenmeistereien	beliebig	20
Bauhöfe	beliebig	35
Feuerwehren	beliebig	40
THW-Höfe	beliebig	15
Gebäude für kulturelle und musi- sche Zwecke	≤ 3.500	40
	> 3.500	70

Gebäudekategorie	Gebäudegröße (Nettogrund- fläche) [m ²]	Vergleichswerte Strom [kWh/m ² _{NGFä}]
Ausstellungsgebäude	beliebig	75
Bibliotheksgebäude	beliebig	50
Veranstaltungsgebäude	beliebig	75
Gemeinschaftshäuser	beliebig	45
Sporthallen		50
Mehrzweckhallen		55
Schwimmballen, Hallenbäder		220
Sportheim (Vereinsheim)		30
Krankenhäuser		
- bis 250 Betten		120
- von 251 bis 450 Betten		110
- von 451 bis 650 Betten		125
- von 651 bis 1000 Betten		150
Tiefgaragen, Parkhäuser		85
Bürogebäude		
- nur beheizt		55
- temperiert, mech. belüftet		125
- mit Vollklimaanlage		155

1.3 Ermittlung der Jahreskosten

Bei der Berechnung der Jahreskosten werden die eingangs genannten Kosten- und Abnahmeverhältnisse zugrunde gelegt.

Arbeitspreis

$$56.017 \text{ kWh} \cdot 0,165 \text{ €/kWh} = 9.242,81 \text{ €}$$

$$\underline{\text{Jahreskosten}} = \underline{9.242,81 \text{ €/a}}$$

Es ergibt sich ein Jahresdurchschnittspreis von

$$\underline{16,5 \text{ ct/kWh.}}$$

2. SCHWACHSTELLENANALYSE / EINSPARUNGSKONZEPT

2.1 Allgemeine Erläuterungen

Sinn und Zweck unserer Untersuchungen ist es, Einsparungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung einer vernünftigen Kosten-Nutzen-Relation aufzuzeigen. Wo Maßnahmen zur Energieeinsparung Investitionen erfordern, müssen die Einsparungen den erforderlichen Kapitaldienst übersteigen.

Überdies sind kurze Amortisationszeiten anzustreben.

Organisatorische Verbesserungen sind immer die besten Maßnahmen zur Energieeinsparung. Sie erfordern selten Investitionen und können kurzfristig wirksam werden.

Wir empfehlen Ihnen eine kritische Überprüfung der bestehenden Betriebsanweisungen für energieverbrauchende Geräte und Einrichtungen. Gute Organisation und wirksame Aufklärung der Mitarbeiter tragen immer dazu bei, das Nutzerverhalten zu verbessern.

Hierzu einige Beispiele:

– *Beleuchtung/Lüftung*

Bedarfsgerechte Nutzung;

– *Elektrische Zusatzheizung*

Untersagung aus Gründen des Umweltschutzes und der Brandgefahr;

– *Sonnenschutzeinrichtungen*

Nutzung ohne künstliche Beleuchtung.

2.2 Bewertung der Messanlage

Die vorhandene Messanlage entspricht den bestehenden Vorschriften.

Die abgelesenen Einheiten wurden richtig umgesetzt und ausgewertet. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass die vorhandenen Zählwerke mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit korrekt bzw. innerhalb der üblichen Verkehrsfehlergrenze arbeiten.

2.3 Beurteilung des Bezugsvertrages

2.3.1 Liberalisierter Strommarkt

Die frühere Strombeschaffung war dadurch gekennzeichnet, dass das Gebiet der Bundesrepublik in einzelne Versorgungsgebiete aufgeteilt war, innerhalb derer die jeweiligen Stromversorger als Monopolisten agierten.

Die Strombezugsbedingungen (Tarifblätter) und die Ausgestaltung der Verträge wurden von den Wirtschaftsministerien der jeweiligen Bundesländer genehmigt. Diese Konstellation führte zu folgenden Konsequenzen:

- Aufgrund der Monopolstellung der Stromversorger gab es, abgesehen von der Eigenstromerzeugung, keine Versorgungsalternativen und damit keinen Wettbewerb.
- Durch die Vielzahl der Stromversorger mit unterschiedlicher Kostenstruktur unterlagen die Strompreise erheblichen regionalen Schwankungen.

Aus rechtlicher Sicht sind alle Endverbraucher von Strom unabhängig von ihrer Größe nicht mehr an ihren örtlichen Stromversorger gebunden und können die Angebote des Marktes nutzen.

Da die Stromverbraucher künftig den Anbieter/Versorger grundsätzlich frei wählen können, werden die bisherigen etablierten EVU und neue Stromanbieter im Wettbewerb versuchen, ihre Kunden zu halten und neue hinzu zu gewinnen.

Durch den Wettbewerb wird es künftig mehrere Möglichkeiten zur Strombeschaffung geben. Einige grundsätzliche Varianten der Strombeschaffung sind im Folgenden zusammengestellt.

Unveränderte Vertragsbeziehungen mit bisherigem EVU

Für den Kunden bedeutet dies wenig Aufwand hinsichtlich der Strombeschaffung, da er sich z.B. nicht um Durchleitungsentgelte, alternative Angebote etc. kümmern muss. Er wird trotzdem einen Vorteil durch Vertragsverhandlungen erreichen, da das EVU weiß, dass der Kunde künftig die Wahl hat. Der Kunde wird sich im Vertrag die nötigen Escape-Klauseln und kurze Vertragslaufzeiten zusichern lassen.

Wechsel zu einem anderen EVU/Händler (Vollversorgung)

Der Kunde holt sich von mehreren Stromanbietern Angebote über eine Vollversorgung (praktisch wie bisher) ein und entscheidet sich vorrangig anhand des erzielbaren Preises. In der Regel werden die Stromanbieter dem Kunden die Arbeit hinsichtlich der Verhandlung von Durchleitungsentgelten und Netzbenutzungsabrechnung abnehmen.

Strombezug von verschiedenen Anbietern

Eine weitere Alternative ist die Strombeschaffung von mehreren Stromanbietern. Der Kunde analysiert seinen Strombedarf (Grund-, Mittel- und Spitzenlast) und leitet daraus z.B. einen Bandbezug, Mittellast- und Spitzenbezug ab. Außerdem kann er sich für die Nutzung von "Sommerleistung" o.Ä. entscheiden.

Es ergeben sich derzeit keine Verbesserungsmöglichkeiten.

2.3.2 Prüfung der Stromrechnungen

Die Überprüfung der Abrechnungen des Referenzzeitraumes zeigt, dass die abgelesenen Zählereinheiten korrekt ausgewertet und auf der Basis der vereinbarten Preisregelung abgerechnet wurden.

Eine Rückvergütung ist daher für das abgeschlossene Rechnungsjahr nicht möglich.

2.3.3 Preisregelung

Vergleichsberechnungen mit den Werten unserer Datensammlung zeigen, dass die zurzeit praktizierte Preisregelung eine gute Lösung darstellt.

2.4 Dimensionierung der Versorgungsanlage

Zuführungskabel werden für Nieder-, Mittel- und Hochspannung geliefert. Neben dem Material (Kupfer oder Aluminium) hängt die Übertragungskapazität von Kabeln von der Fähigkeit Widerstandsverluste über die Oberfläche an die Umgebung abzuführen, um eine zu große Erwärmung zu vermeiden ab.

Da die Wärmeableitung über die Kabeloberfläche in feuchte Erde wesentlich besser als in der Luft ist, stellt das Erdkabel gegenüber der Freileitung immer die bessere Lösung dar.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Versorgungsanlage ausreichend dimensioniert ist.

2.5 Optimierung des Lastverlaufes

Der Spitzenbedarf kann durch eine Soll-/Istlast-Regelanlage (Maximumüberwachungsanlage) vermieden werden, ohne dass betriebliche Belange negativ beeinflusst werden. Sie arbeiten grundsätzlich wie Zweipunktregler. Ein einzustellender Sollwert wird ständig mit der Ist-Leistung verglichen.

Abweichungen vom Sollwert werden als Kontaktstellung ausgegeben. Eine Überschreitung des Sollwertes ist möglich, bis die zu Beginn der Messperiode entstandene Energiereserve ausgeschöpft ist. Erst nach Verbrauch der Reserven schließt der Überlastkontakt der Regelanlage.

Sinkt die Ist-Leistung durch den Lastabwurf unter den Sollwert, öffnet der Überlastkontakt wieder. Der Lastabwurf kann in einer festzulegenden Rangfolge erfolgen und zeitlich begrenzt werden.

Der Einsatz einer Maximumüberwachungsanlage ist unter Berücksichtigung der vorgegebenen Amortisationszeiten derzeit nicht wirtschaftlich und technisch nicht sinnvoll.

2.6 Blindstromkompensation

In allen Dreh- und Wechselstromanlagen muss der Eisenkern im Rhythmus des Stromwechsels ständig ummagnetisiert werden. Hierzu ist der Magnetisierstrom - in der Praxis "Blindstrom" genannt - erforderlich. Die Kennzahl für den Blindstrombezug ist der Leistungsfaktor $\cos \phi$. Er gibt das Verhältnis zwischen Blind- und Wirkstrom wieder und ist somit auch ausschlaggebend für die Dimensionierung der Kompensationsanlage.

Die Installation einer Kompensationsanlage ist aufgrund der zur Anwendung kommenden Strompreisregelung nicht erforderlich.

2.7 Lichttechnik

Voraussetzung für eine gute Beleuchtung ist die Einhaltung von Mindestanforderungen. Diese sind als quantitative und qualitative Gütemerkmale festgelegt und sind veröffentlicht in europäischen und nationalen Normen und Regelwerken, in EU-Richtlinien bzw. in deren national umgesetzten Rechtsvorschriften, wie z.B.

- zur Beleuchtung von Arbeitsstätten EN 12464-1
- zur Sportstättenbeleuchtung EN 12193
- zur Notbeleuchtung EN 1838
- zu grundlegenden Begriffen und Kriterien für die Beleuchtung EN 12665

Das Beleuchtungsniveau wird durch die Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz bzw. auf der Sehaufgabe beschrieben. Die Beleuchtungsstärke ist der wichtigste beleuchtungstechnische Planungswert. Sie beeinflusst Art und Anzahl der einzusetzenden Lampen und Leuchten und damit den Energieaufwand für die Beleuchtung.

Infolge von Alterung der Lampen sowie Verschmutzung von Lampen, Leuchten und Raum verringert sich die Beleuchtungsstärke mit zunehmender Betriebszeit.

Um diese Abnahme zu kompensieren, muss die Neuanlage eine höhere Beleuchtungsstärke aufweisen (Neuwert). In der Planung wird diese Abnahme mit dem Wartungsfaktor erfasst.

Die in EN 12464-1 empfohlenen Beleuchtungsstärkewerte als Wartungswerte \bar{E}_m dürfen zu keinem Zeitpunkt unterschritten werden.

Der der Planung zugrunde zu legende Neuwert der Beleuchtungsstärke ergibt sich aus dem Wartungswert und dem Wartungsfaktor.

Die Beleuchtungsanlage berechnet sich aus folgender Formel:

$$E_N = \frac{n \cdot \phi \cdot \eta \cdot WF}{V \cdot A}$$

Hierin bedeuten:

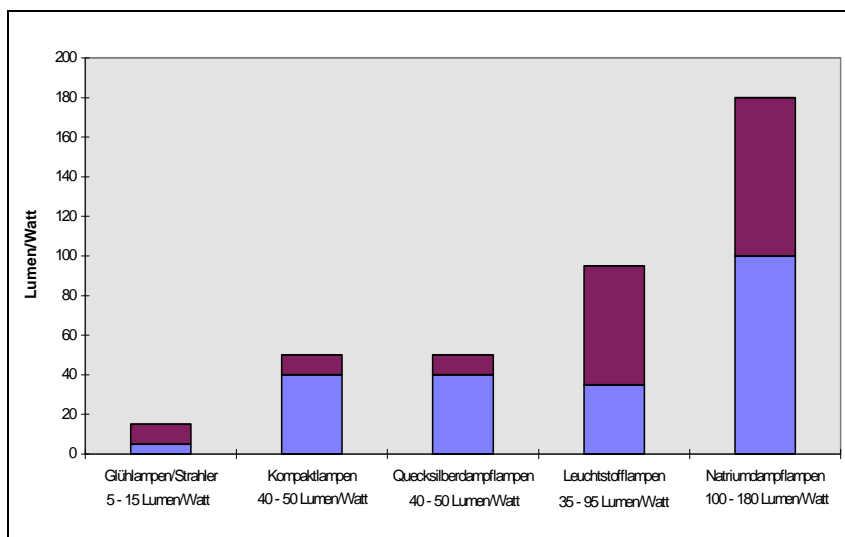
E_N	=	Nennbeleuchtungsstärke Wartungswert
n	=	Anzahl der Leuchten
\emptyset	=	Lampenlichtstrom
η	=	Wirkungsgrad
WF	=	Wartungsfaktor
V	=	Verschmutzungsfaktor sowie Leistungsabfallfaktor der Lampe
A	=	Fläche

Der Beleuchtungswirkungsgrad steht in Abhängigkeit von dem spezifischen Wirkungsgrad der Leuchte, den Reflektionseigenschaften der Decken, Wände und des Bodens sowie vom Rauminde, der die geometrischen Verhältnisse des Raumes kennzeichnet.

Nachfolgend einige Beispiele hinsichtlich der erforderlichen Beleuchtungsstärke:

<i>Bereich</i>	<i>Nennbeleuchtungsstärke in Lux</i>
Flure	100 Lux
Treppenhäuser	150 Lux
Unterrichtsräume in Grund- und weiterführenden Schulen	300 Lux
Fachklassen	500 Lux
Unterrichtsräume für Erwachsenenbildung	500 Lux
Büroräume	500 Lux
Hörsäle	500 Lux
Hörsäle fensterlos	750 Lux
Kindergarten-Gruppenräume	300 Lux
Werkstätten	500 Lux
Feinmontage	1.000 Lux
Sonderfälle, z.B. OP-Bereich	5.000 Lux

Bei den derzeitigen technischen Möglichkeiten können bei gleicher Stromaufnahme stark unterschiedliche Lichtströme (Helligkeit) erreicht werden. Nachfolgend einige Beispiele:



In der Regel verlaufen Wirkungsgrade und Anschaffungspreise der Lampen proportional.

Aus diesem Grunde werden die teuren Hochleistungslampen nur gezielt in denjenigen Bereichen, wo ein wirtschaftlicher Effekt erzielt werden kann, vorgeschlagen.

Je nach Art der Installation und unter Berücksichtigung der von uns durchgeführten Messungen der Beleuchtungsstärke schlagen wir folgende Änderungen vor:

2.7.1 Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen

Ende der 90er Jahre wurde eine neue Generation von Leuchtstofflampen, die sogenannten T5-Lampen, entwickelt bzw. eingeführt.

Diese Art von Leuchtstofflampen, ebenfalls als Dreibandleuchtstofflampe ausgeführt, bringt neben dem reduzierten Durchmesser von durchschnittlich 26 mm auf durchschnittlich 16 mm gegenüber den herkömmlichen Lampen folgende Vorteile mit sich:

- Bessere Wirtschaftlichkeit durch geringere Leistungsaufnahme bei gleichem Lichtstrom.
- Höhere Lebensdauer von über 20.000 Stunden mit Warmstart-EVG (elektronisches Vorschaltgerät).
- Verbesserter Leuchtenwirkungsgrad durch höhere Betriebstemperaturen und reduzierten Durchmesser.

Mit einem neu entwickelten Umrüstsystem können bestehende Leuchten mit konventionellen Vorschaltgeräten auf die energiesparende T5-Lampentechnik mit geringem Montageaufwand umgerüstet werden.

Der vorgenannte Umrüstsatz besteht aus Fassungsadaptern für den Betrieb mit T5-Lampen sowie einem EVG und weist folgende wesentlichen Vorteile gegenüber dem Betrieb mit den herkömmlichen T8-Lampen und KVG auf:

- Kostenminimierende Energieersparnis durch die Reduzierung der Systemleistung von z.B. 76 Watt (58 Watt T8-Lampe und KVG) auf 38 Watt (35 Watt T5-Lampe und EVG).
- Lampenschonender Warmstart und stabiler, flackerfreier Lichtbogen während des Betriebes.
- Einfache und schnelle Montage der neuen wartungsfreien Fassungsadapter; Demontage der nicht mehr benötigten Starter und Vorschaltgeräte.
- Geringere Aufwendungen für Lampenersatz, bestehend aus Lampenbeschaffung, Lohnkosten und Entsorgung.

Wir empfehlen daher, eine Umrüstung in den Bereichen Flure Klassentrakt, Fachtrakt, Betreuungsräume sowie in den Betreuungsräume wie folgt vorzunehmen:

IST-ZUSTAND

ca. 14 Leuchten	à	1 Lampe	à	76 W
ca. 42 Leuchten	à	1 Lampe	à	<u>46 W</u>
<i>Summe (:1.000)</i>			=	2,996 kW

SOLL-ZUSTAND

Die vorhandenen Leuchtstofflampen, Vorschaltgeräte und Starter sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit EVG ersetzt werden.

Es ergibt sich folgendes Bild:

ca. 14 Leuchten	à	1 Lampe	à	38 W
ca. 42 Leuchten	à	1 Lampe	à	<u>28 W</u>
<i>Summe (:1.000)</i>			=	1,708 kW

Die jährliche Ersparnis lässt sich dann wie folgt ermitteln:

1,288 kW · 1.200 h/a	=	1.546 kWh/a
entsprechend		255,02 €/a

Durch die höhere Lampenlebensdauer sowie den geringeren Aufwand für Lampenersatz, Montage- und Entsorgungskosten lässt sich eine zusätzliche Kostenentlastung von 3,80 € pro Leuchte und Jahr erzielen.

Bezogen auf dieses Objekt beläuft sich die Kostenentlastung für die vorgenannten Fixkosten auf 212,80 €/a.

Die Gesamtersparnis beträgt somit

467,82 €/a.

Die Investition für die Umrüstsätze und Lampen inklusive Montage beläuft sich auf ca. 2.688,00 €.

Anmerkungen Beleuchtung

In den verbleibenden Bereichen der Schule und der Kinderkrippe sind relativ neue Lampen mit elektronischen Vorschaltgeräten installiert. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ergeben sich keine Verbesserungsmöglichkeiten.

2.7.2 Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung

Lichtsteuergeräte arbeiten in der Regel vollelektronisch, ohne bewegliche Teile. Der Lichtwertschalter schaltet die angeschlossene Beleuchtung in Abhängigkeit vom Tageslicht ein bzw. aus.

Die Lichtwerte, bei denen die Zu- oder Abschaltung erfolgen soll, sind vorwählbar. Ein Fotosensor, der in Fensternähe oder im Freien angebracht wird, liefert die benötigten Zu- oder Abschaltensignale. Einstellbare Verzögerungszeiten verhindern ein unerwünschtes Schalten.

Das Gerät erlaubt die Luxwert-Vorwahl individuell für den Lichtwert, bei dem die Zu- oder Abschaltung der Beleuchtung erfolgen soll. Der Fotosensor nimmt an einer Referenzstelle im Raum das Mischlicht aus Tages- und Kunstlicht auf (Istwert). Das Gerät vergleicht ständig den vorgewählten Sollwert mit dem Istwert und schaltet bei Bedarf die Beleuchtung zu oder ab.

Die Einsparung für die Mehrzweckhalle beträgt dann:

$4,944 \text{ kW} \cdot 700 \text{ h} = 3.461 \text{ kWh/a}$, entsprechend

571,03 €/a

Die Investition für einen Lichtwertschalter beläuft sich auf ca. 2.100,00 €.

3. ZUSAMMENFASSUNG

3.1 Einsparungskonzept

Der vorliegende Untersuchungsbericht zeigt folgende Einsparungsmöglichkeiten auf.

Energietechnische Maßnahmen

Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen

Investition	:	ca.	2.688,00	€
Einsparung	:		467,82	€/a

Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung

Investition	:	ca.	2.100,00	€
Einsparung	:		571,03	€/a

3.2 Schadstoffanalyse

Die energietechnischen Einsparungsmaßnahmen werden sachgemäß zu einer Abnahme des Stromverbrauches und zu einer wesentlichen Entlastung der Umwelt führen. Wir verweisen auf die Energie- und Umweltbilanz.

GRUNDSCHULE, KINDERKRIPPE UND MEHRZWECKHALLE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Aufgabenstellung

Ermittlung des Ist-Zustandes anhand von Mess- und Aufnahme-
daten.

Prüfung der Anwendbarkeit von Alternativenergien und Beurtei-
lung der Wirtschaftlichkeit von Eigenerzeugungsanlagen.

Untersuchung ungenutzter Abwärmeströme auf Wärmerückgewin-
nungsmöglichkeiten.

Überprüfung des Nutzerverhaltens.

Ausarbeitung eines sofort umsetzbaren Einsparungskonzeptes.

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Hinder der Kippe 11

Objekt-Nr. 1

1. ERMITTLUNG DES IST-ZUSTANDES

1.1 Grundlagen der Wärmeversorgung

Die Versorgungssituation der Grundschule, der Kinderkrippe und der Mehrzweckhalle ist dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wärmeanforderung typischerweise auf die Heizperiode konzentriert.

Außerhalb der Heizperiode entsteht Wärmebedarf lediglich durch die Brauchwasserbereitung.

Die Deckung des Wärmebedarfes erfolgt zentral über 1 Kesselanlage.

Es handelt sich um eine Warmwasserheizung gemäß DIN 4751. Als Wärmeträger dient Warmwasser mit einer Temperatur von max. 110° C.

Die Raumheizung ist als geschlossenes System mit Zweirohrnetz und unterer Verteilung ausgeführt.

Zur Ermittlung des Ist-Zustandes wurde für alle Verbrennungsanlagen ein Anlagenkataster erstellt. Dieses basiert auf der Vorortaufnahme in den einzelnen Einrichtungen. Die Messungen werden mit einem Messgerät für Rauchgas- und Schadstoffemissionsermittlung erfasst.

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	G 505	
Baujahr	:	1992	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	465,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brenner	:	Weishaupt	
Typ	:	G 3/1-E	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	90 - 630	kW
Jahresenergieeinsatz	:	514.872,00	kWh
Abgastemperatur	:	178,00	°C
Ansaugtemperatur	:	16,00	°C

Sauerstoffgehalt	:	4,10	%
Abgasverluste	:	37,20	kW
	:	8,00	%
Brennerlaufzeit	:	1.068,80	h/a
Strahlungsverluste	:	0,93	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	1,40	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	92,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	91,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	88,32	%

Brauchwasserbereitung:

Standort: Sporthalle

2 Speicher	à	300 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	TBS Isocal

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Honeywell
Typ	:	Excel 5000
Heizphasen	:	nach Beleung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Fachräume</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos
Leistung	:	14 - 130 W
Betriebsweise	:	geregelt

Bereich : *Trakt D*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos
 Leistung : 14 - 130 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereich : *Trakt C*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos
 Leistung : 14 - 130 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereich : *Trakt A*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos
 Leistung : 14 - 130 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereiche : *Sporthalle, Brauchwasserbereiter, Kindergarten*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Stratos
 Leistung : 21 - 430 W
 Betriebsweise : geregelt

Unterverteilung Sporthalle

Bereich : *Pumpe 1*
 Fabrikat : Grundfos
 Typ : UPE 25-80
 Leistung : 40 - 250 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereich : *Pumpe 2*
 Fabrikat : Grundfos
 Typ : UPE 25-60
 Leistung : 40 - 100 W
 Betriebsweise : geregelt

1.2 Energieträger

Der Energieinhalt der Brennstoffe wird aus dem unteren Heizwert H_U ersichtlich. Lediglich bei Erdgas wird der Verbrauch in kWh/ H_O , also auf den oberen Heizwert bezogen, angegeben.

Im oberen Heizwert ist die Verdampfungswärme des im Brennstoff befindlichen Wasserdampfes, die mit der Brennwerttechnik genutzt werden kann, enthalten.

Bei einem Vergleich der Energieträger muss dies berücksichtigt werden. Bei Erdgas muss daher folgende Umwertung vorgenommen werden:

$$\frac{H_O}{H_U} = 1,105$$

Die Brennstoff-/Wärmebilanz sieht folgendermaßen aus:

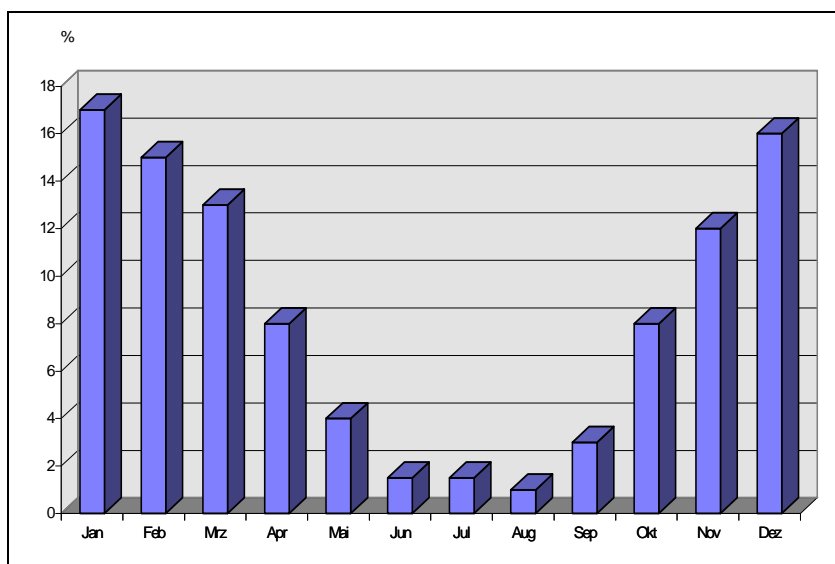
Erdgas

Heizwert H_O	:	11,53	kWh/cbm
Jahresabnahme	:	44.655	cbm/a
Wärmeverbrauch	:	514.872	kWh/a

Der Jahresenergieeinsatz beläuft sich auf:

514.872 kWh/a.

Der Gasverbrauch teilt sich, auf das Jahr bezogen, wie folgt auf:



1.3 Jahreskosten

Bei der Berechnung der Jahreskosten werden die eingangs genannten Kosten- und Abnahmeverhältnisse zugrunde gelegt.

Die Jahreskosten errechnen sich wie folgt:

Arbeitspreis

$$514.872 \text{ kWh} \cdot 0,0542 \text{ €/kWh} = 27.906,06 \text{ €}$$

$$\underline{\text{Jahreskosten}} = \underline{27.906,06 \text{ €/a}}$$

Der durchschnittliche Bezugspreis beträgt: 5,42 ct/kWh

2. SCHWACHSTELLENANALYSE/ EINSPARUNGSKONZEPT

2.1 Nutzerverhalten

Durch den Einsatz von neuen Technologien können in Teilbereichen die spezifischen Energiekosten um bis zu 90 % gesenkt werden. Organisatorische Verbesserungen oder Änderungen der Verbrauchsgewohnheiten sind zusätzlich effektive Maßnahmen zur Energieeinsparung. Sie erfordern selten Investitionen und werden kurzfristig wirksam.

Es ist daher von grundsätzlicher Bedeutung, bei allen Mitarbeitern ein besonderes "Energiebewusstsein" zu schaffen.

Geeignete Instrumente sind:

- Rundschreiben
- Broschüren
- Veranstaltungen
- usw.

Zusätzliche organisatorische Maßnahmen sind:

- Konzentration von Abendveranstaltungen
- Überwachung der Verbrennungsanlagen, ständige Kontrolle der Regel- und Steuereinrichtungen
- Schaffung von Kontrollorganen

Typisches Fehlverhalten der Nutzer:

- Die Putzkräfte öffnen alle Fenster vor Reinigungsbeginn voll und schließen diese erst nach Beendigung der Reinigung wieder.
- Die Nutzer belassen einen Großteil der Fenster ständig auf Kippstellung.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass der Lüftungs- und Wärmebedarf ($\text{kWh/m}^2\cdot\text{a}$) durch die sachgerechte Nutzung erheblich reduziert werden kann. Es wird von einer mittleren Lüftungsdauer von vier Stunden pro Tag ausgegangen.

Bedarf	30 kWh/qm·a
Fenster gekippt, ohne Querlüftung	43 kWh/qm·a
Fenster gekippt mit Querlüftung	60 kWh/qm·a

Der Bedarf (10 % der Zeit volle Öffnung) erbringt in etwa die gleiche Frischluftmenge, die bei einer vierstündigen Kippstellung der Fenster erreicht wird.

2.2 Liberalisierter Erdgasmarkt

Mit dem Inkrafttreten des neuen Energiewirtschaftsgesetzes am 29. April 1998 wurden in Deutschland nicht nur schlagartig ohne jede Übergangsfrist die Gebietsmonopole auf dem Stromsektor aufgehoben. Auch für Gas entfallen die Möglichkeiten, Verträge über die Nutzung ausschließlicher Wegerechte und Demarkationsverträge zu schließen.

Wegen der Besonderheiten eines jeden Sektors enthalten die Richtlinien zum europäischen Binnenmarkt für die leitungsgebundenen Energien Strom und Gas auch hinsichtlich des Netzzugangs spezifische Vorgaben. So entfällt beispielsweise die Option Alleinabnehmersystem für die Liberalisierung des europäischen Erdgasmarktes.

Während auf dem Stromsektor Erzeugung, Netzbetrieb und Handel unternehmerisch zu entflechten sind, sieht die europäische Gasrichtlinie nur eine unternehmensinterne getrennte Rechnungsführung für den Netzbetrieb vor. Mit dem Betrieb von Gasnetzen werden vor allem Transportdienstleistungen erbracht. Die europäische Gasrichtlinie unterscheidet die Erdgasspeicherung als einen vom Transport getrennten separaten Marktbereich. Für die eigentliche Durchleitung sind Speicher nicht erforderlich. In Deutschland werden auch große Leitungssysteme von Transportgesellschaften betrieben, die über keine Speicheranlagen verfügen.

Somit besteht dann die Möglichkeit, Verhandlungen mit anderen Gaslieferanten zu führen, um die Kosten zu reduzieren.

2.3 Versorgungsvertrag

Der zurzeit praktizierte Versorgungsvertrag stellt eine gute Lösung dar.

2.4 Dimensionierung

Wie bereits unter 1.1 dargestellt, entspricht die installierte Wärmeleistung von 465 kW dem tatsächlichen Bedarf.

2.5 Wärmeerzeuger

Bei jeder Form der Umwandlung von Primär- oder Sekundärenergie in Nutzenergien entstehen sogenannte Energieverluste, welche nachfolgend näher untersucht werden:

2.5.1 Abgasverluste

Der Abgasverlust q_a ist einer der wichtigsten Verluste am Wärmeerzeuger und wird bestimmt aus dem CO_2 -Gehalt der Abgastemperatur und der Verbrennungslufttemperatur.

Wenn die Abgase den Kessel verlassen, besitzen sie noch eine höhere Temperatur als die Luft und der Brennstoff bei Eintritt in die Feuerung. Diese Differenz des Wärmeinhaltes der Heizgase stellt den bedeutendsten Verlust dar.

Dieser wird nach der Abgasverlustformel, unter Berücksichtigung der CO_2 -Messergebnisse, berechnet.

$$q_A = (t_A - t_L) \cdot \left(\frac{A}{\text{CO}_2} + B \right)$$

q_A = Abgasverlust in %

t_A = Abgastemperatur in °C

t_L = Verbrennungslufttemperatur in °C

- CO₂ = Volumengehalt an Kohlendioxid im trockenen Abgas in %
- A = Volumengehalt an Sauerstoff im trockenen Abgas in %
- B = Brennstoffbeiwert

Ab 01.01.1998 dürfen nur noch Heizkessel eingebaut werden, die 120 mg NO_x/kWh bei Heizöl und 80 mg NO_x/kWh bei Erdgas unterschreiten.

Die verschärften Abgasverlustgrenzwerte werden für Öl- und Gasfeuerungsanlagen wirksam, die ab dem 1. Januar 1998 errichtet wurden.

Grenzwerte für die Abgasverluste ab 01.01.1998:

Nennwärmeleistung in kW	Grenzwerte für die Abgasverluste in %
über 4 bis 25	11
über 25 bis 50	10
über 50	9

Die bestehenden, bis zum 31.12.1997 errichteten oder wesentlich geänderten, Feuerungsanlagen werden entsprechend einer Übergangsregelung an die Abgasverlustgrenzwerte für Neuanlagen herangeführt.

Folgende Übergangsfristen für die Abgasverlustgrenzwerte sind einzuhalten:

Nennwärmeleistung kW	Zeitpunkt für die Einhaltung der Abgasverlustgrenzwerte			
	Höhe der Überschreitung der Abgasverlustgrenzwerte			
	keine Überschreitung	1 Prozentpunkt	2 Prozentpunkte	3 Prozentpunkte
bis 100	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2002	1.11.2001
über 100	1.11.2004	1.11.2004	1.11.2002	1.11.1999

Die Abgasverluste der vorhandenen Kesselanlage betragen:

Kessel I : 8,0 %

Die gesamte Anlage wird von einer Heizungsfirma regelmäßig gewartet. Dadurch ist eine optimale Feuerungstechnik gewährleistet.

Der jetzige Zustand kann unter wirtschaftlichen Voraussetzungen nicht verbessert werden.

Zur Reduzierung der Abgasverluste werden auf dem Markt viele Lösungsmöglichkeiten angeboten, insbesondere die Abgaswärmerückgewinnungen und die Brennwerttechnologie bei Gasfeuerung.

Eine Abgaswärmerückgewinnung ist vorhanden.

2.5.2 Strahlungsverluste

Die Strahlungsverlustleistung \dot{Q}_{ST} ist der Wärmestrom, der während des Betriebes über die Oberfläche des Umformers an den Aufstellraum abgegeben wird. Der Strahlungsverlust ist als eine Eigenschaft des Wärmeerzeugers eine absolute Größe und praktisch unabhängig von der eingestellten Durchflussleistung. Durch Verminderung der Durchflussleistung am Wärmeerzeuger kann der

Absolutwert des Strahlungsverlustes \dot{Q}_{ST} in kW nicht verringert werden. Der Strahlungsverlust hängt in erster Linie von der Größe und Art der wärmegeprägten Oberfläche des Umformers, der Oberflächentemperatur, der Umgebungstemperatur sowie der Luftbewegung im Aufstellraum ab.

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sind keine Verbesserungen möglich.

2.5.3 Betriebsbereitschaftsverluste

Die Betriebsbereitschaftsverlustleistung \dot{Q}_B entsteht im Gegensatz zur Strahlungsverlustleistung \dot{Q}_{ST} nur in der Betriebsbereitschaftszeit (Stillstandszeit) der Feuerung durch Wärmeabgabe der Oberflächen des Wärmeerzeugers und durch Auskühlung infolge Schornsteinzug (innere Zirkulation). Die Größe der Betriebsbereitschaftsverlustleistung hängt ab von

- der Größe und der Art der Oberfläche des Wärmeerzeugers,
- der Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugers,
- der Luftbewegung im Aufstellungsraum,
- dem Schornsteinzug bei Feuerungsstillstand,
- der Art und Größe heizgasberührter innerer Oberflächen,
- den heizgasseitigen Widerständen des Wärmeerzeugers.

Dieser Verlust kann nur über die Feuerung gedeckt werden; er führt zu einem entsprechenden Brennstoffverbrauch, der auch dann auftritt, wenn keine Nutzwärme an das Heizsystem abgegeben wird.

Die jährlichen Wärmeverluste ergeben sich dann aus folgender Gleichung:

$$Q_V = \frac{Q_B \cdot (b - b_F) \text{ in kWh}}{\eta_f}$$

Q_B = Betriebsbereitschaftsverluste [kW]

b = Betriebsbereitschaftszeit [h/a]

b_F = Brennerstunden [h/a]

η_f = feuerungstechnischer Wirkungsgrad

Q_V = kWh/a

Ein wirksames Instrument zur Vermeidung der Betriebsbereitschaftsverluste stellen motorisch gesteuerte Abgasklappen dar.

Die Berechnungen zeigen, dass die auftretenden Verluste zu gering sind, um den Einsatz einer Abgasklappe wirtschaftlich zu rechtfertigen.

2.5.4 Brauchwasserbereitung

Die Brauchwasserbereitung erfolgt zentral und dezentral über

2 Speicher à 300 Liter
diverse Durchlauf-Erhitzer

Die Erwärmung des Brauchwassers wird temperaturabhängig gesteuert.

2.6 Wärmeverteilung

Gemäß Energiesparverordnung müssen Eigentümer von Gebäuden bei heizungstechnischen Anlagen ungedämmte, zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen, die sich nicht in beheizten Räumen befinden, bis zum 31.12.2006 zur Begrenzung der Wärmeabgabe dämmen.

Die Verteilerverluste bewegen sich im üblichen Rahmen. Verbesserungen sind nur mit relativ hohem Investitionsaufwand möglich.

2.6.1 Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

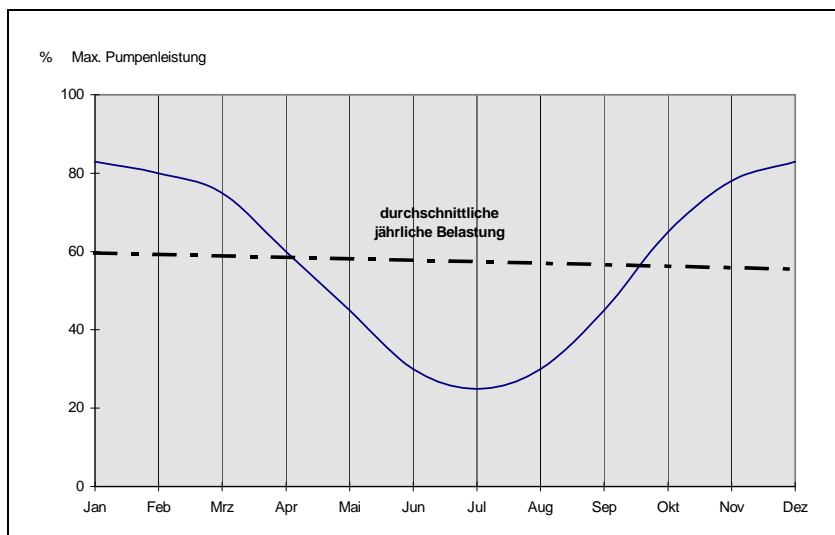
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Volllast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,50$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist vorhanden.

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sind keine Verbesserungen möglich.

2.6.2 Brauchwasserzirkulationspumpen

Der Betrieb von Brauchwasserzirkulationspumpen erfordert elektrische Antriebsenergie. Zusätzlich entstehen Verluste durch den Transport im Rohrnetz. Es ist daher zu untersuchen, ob und in welchem Umfang der Betrieb der Brauchwasserzirkulationspumpen eingeschränkt werden kann.

Wer in Warmwasseranlagen Zirkulationspumpen einbaut oder einbauen lässt, muss gemäß Energiesparverordnung diese mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Ein- und Ausschaltung ausstatten.

Eine derartige Steuerung ist vorhanden.

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sind keine Verbesserungen möglich.

2.7 Leittechnik

Die primäre Aufgabe der Leittechnik ist es, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) und dezentral (z.B. Heizkörper) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Da die Heizungskomponenten für den Extremfall ausgelegt sind, muss die Leittechnik die Wärmeabgabe der meist wesentlich niedrigeren Heizlast der Räume anpassen.

Die Energiesparverordnung schreibt vor, dass Zentralheizungen mit zentralen, selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur Verringerung und Abschaltung der Wärmezufuhr in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer geeigneten Führungsgröße sowie der Zeit auszustatten sind.

Des Weiteren sind gemäß der Heizungsanlagenverordnung alle Räume mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen zur raumweisen Temperaturregelung auszustatten.

Nachfolgend werden einige grundsätzliche Regelungsmöglichkeiten aufgezeigt:

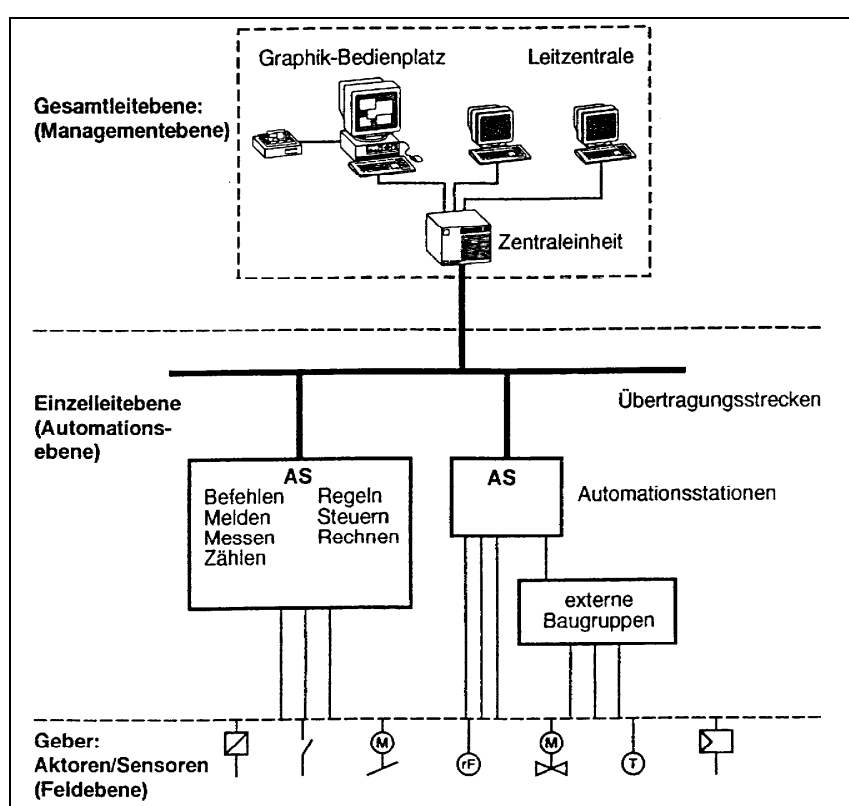
2.7.1 Zentrale Gebäudeleittechnik

Generell besteht die Möglichkeit des Aufbaus einer zentralen Gebäudeleittechnik mit Bus-Systemen. Dieses innovative Energiemanagement-System vereint sämtliche Steuer-, Regel- und Überwachungsaufgaben innerhalb eines Gebäudekomplexes. Charakteristisch für diese Gebäudeleittechnik ist, dass mit Hilfe von Kommunikationssystemen, sogenannten Bus-Systemen, eine ständige Verbindung zwischen den verschiedenen Ebenen gegeben ist. Damit stehen dem zentralen Rechner ständige Informationen über sämtliche Mess- und Sollwerte eines angeschlossenen Gesamtsystems zur Verfügung, so dass die Überwachung und Optimierung erfolgen kann.

Bei technischer Nachrüstung in einem bestehenden Gebäude ist jedoch nur schwer ein wirtschaftliches Ergebnis zu erzielen. Abhängig von der Gebäudestruktur und Nutzung werden sehr unterschiedliche Kosten-/Nutzenrelationen erzielt.

Diese Technik ist somit in erster Linie bei Neubauten bzw. bei Komplettsanierungen von Gebäuden einzusetzen.

Das nachfolgende Bild zeigt den hierarchischen Aufbau der Ebenen eines Gebäudeleitsystems:



2.7.2 Mikroprozessorgesteuerte Heizkreisregler

Bei vorhandenen alten oder defekten Heizkreissteuerungen bietet sich der Austausch gegen mikroprozessorgesteuerte Heizkreisregler mit Referenzraumaufschaltung an. Die Regler arbeiten mikroprozessorgesteuert und bieten damit eine Vielzahl zusätzlicher Steuerungs- und Überwachungsfunktionen wie z.B. eine Optimierung der Ein- und Ausschaltzeiten, selbsttätige Adaption der Heizkennlinie, Raumtemperaturreglung über Referenzraumfühler oder Fernbedienung mit Temperaturwähler.

Durch diese zusätzlichen Funktionen lässt sich der Energieverbrauch weiter reduzieren.

2.7.3 Einzelraumregelung

In Gebäuden mit unterschiedlichen Nutzungszeiten kann eine Einzelraumregelung installiert werden. Damit kann die Beheizung der jeweiligen Räumlichkeiten entsprechend den Nutzungszeiten erfolgen.

Mit der Einzelraumregelung werden die vorhandenen Heizkörperregler durch elektronische Regler ersetzt oder in den entsprechenden Bereichen Zonenventile installiert. Diese werden über den Raumtemperaturregler mit Spannung versorgt. Die gewünschten Temperaturen und Ein- bzw. Ausschaltzeiten werden ebenfalls im Raumtemperaturregler programmiert.

2.7.4 Bedarfsanpassung des Heizbetriebes

Eine Grundvoraussetzung für einen energiewirtschaftlich optimalen Heizbetrieb ist die Übereinstimmung der Heizzeiten mit den Betriebszeiten des Gebäudes. Viele Heizungssteuerungen werden mit einem sogenannten Standard-Programm geliefert. In diesem sind tägliche Aufheizzeiten von 06.00 bis 22.00 Uhr vorprogrammiert. Bei andersartig genutzten Gebäuden oder Gebäuden mit abweichender Belegungszeit muss eine entsprechende Umprogrammierung an der Heizkreisregelung erfolgen.

Durch eine Anpassung des Heizbetriebes an die Belegzeiten kann der Energieverbrauch reduziert werden.

2.7.5 Stand-By-Betrieb

In Anlagen, in denen nur eine sporadische Nutzung gegeben ist, reicht eine Zeitsteuerung zur Optimierung nicht aus. Es ist zu empfehlen, die Raumtemperatur in den Nichtbelegungszeiten auf einem möglichst geringen Niveau zu halten (Stand-By-Betrieb ca. 17 °C, Absenkbetrieb ca. 14 °C).

Zusätzlich wird dem Benutzer bei Bedarf über ein Langzeitrelais eine zeitlich begrenzte Erhöhung der Raumtemperatur, ca. 20 bis 21 °C, ermöglicht,

Nach Ablauf der eingestellten Zeit reduziert sich die Raumtemperatur automatisch auf den vorgegebenen Wert.

2.7.6 Regelungstechnische Maßnahmen

Die verbesserte regelungstechnische Ausstattung reduziert die Vollbenutzungsstunden b_{VH} des Gebäudes und verbessert den Verteilungsnutzungsgrad η'_{V} .

Die neue Vollbenutzungsstundenzahl b'_{VH} ergibt sich als Produkt aus den nachfolgend ermittelten Reduktionsfaktoren mit den für den ursprünglichen Ausrüstungszustand geltenden Vollbenutzungsstunden

$$b'_{\text{VH}} = r_{\text{R}} \cdot r_{\text{E}} \cdot r_{\text{F}} \cdot b_{\text{VH}}$$

Bei unveränderter Wärmeerzeugungsanlage ergibt sich durch die Verringerung der Vollbenutzungsstunden ein neuer Jahresnutzungsgrad zu

$$\eta'_{\text{a}} = \frac{\eta_{\text{K}}}{\left(\frac{b_{\text{H}}}{b'_{\text{VHK}}} - 1 \right) q_{\text{B}} + 1}$$

mit der neuen Vollbenutzungsstundenzahl des Kessels:

$$b'_{\text{VHK}} = \frac{1}{\eta_{\text{V}}} \cdot \frac{\dot{Q}_{\text{N}}}{\dot{Q}_{\text{K}}} \cdot b'_{\text{VH}}$$

Die Einsparung beträgt somit $B_{\text{a}} - B'_{\text{a}}$.

Der verminderte Brennstoffverbrauch durch "Verbesserung der regelungstechnischen Ausrüstung" beträgt dann:

$$B'_{\text{a}} = \frac{\dot{Q}_{\text{N}} \cdot b'_{\text{VH}}}{\eta'_{\text{a}} \cdot \eta'_{\text{V}}} \text{ (kWh / a)}$$

Faktor r_{R} /Raumtemperaturabweichung

Es ist Aufgabe der Regeleinrichtung, durch möglichst exaktes Anpassen der Wärmezufuhr an den jeweiligen momentanen Wärmebedarf die Isttemperatur so genau wie möglich an die Solltemperatur des Gebäudes oder Raumes anzunähern.

Der Reduktionsfaktor r_R wird wie folgt berechnet:

$$r_R = \frac{t_{\text{isoll}} \cdot f_{R2} - t_Z}{t_{\text{isoll}} \cdot f_{R1} - t_Z}$$

Faktor R_F /Eingeschränkter Heizbetrieb

Die Brennstoffeinsparungen durch eingeschränkten Heizbetrieb sind von folgenden Faktoren abhängig:

- vom bisherigen Heizbetrieb,
- von der Dauer der Reduzierung der Beheizung oder Unterbrechung (zeitlich eingeschränkt),
- von dem Anteil des Gebäudes, der verbessert wird (räumlich eingeschränkt).

Faktor r_F /Fremdwärmegewinn

Der gesamte Fremdwärmegewinn setzt sich somit zusammen aus dem Fremdwärmegewinn durch innere Wärmequellen Q_I und dem Fremdwärmegewinn aus Sonneneinstrahlung Q_{Sa} .

Die Fremdwärme ist nicht in vollem Umfang als Energieeinsparung im Gebäude wirksam. Dies ist bedingt durch das teilweise Überangebot an Fremdwärme, dessen Nutzung wesentlich durch die Güte der vorhandenen bzw. vorgesehenen Regelungsausstattung beeinflusst wird.

Weiterhin ausschlaggebend ist die Trägheit des Heizsystems.

Der Reduktionsfaktor r_F für den Fremdwärmegewinn ergibt sich zu

$$r_F = \frac{1 - f_{F2} \cdot q_F}{1 - f_{F1} \cdot q_F}$$

Erhält nur ein Teil des Gebäudes (Heizzone oder einzelne Räume) eine verbesserte regelungstechnische Ausstattung, wird der Reduktionsfaktor r_R wie folgt berechnet:

$$r_R = 1 - (1 - r_{Rn}) \cdot a_W$$

$$a_W = \text{Wärmebedarfsanteil}$$

Es ist eine leistungsfähige Regelung, Fabrikat Honeywell, Typ Excel 5000, vorhanden. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ergeben sich keine Verbesserungsmöglichkeiten.

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Voraussetzung für einen einwandfreien und wirtschaftlichen Betrieb einer Heizungsanlage ist somit der einwandfreie hydraulische Abgleich der Anlage. Ziel ist es, alle Verbraucher mit den richtigen Durchflussmengen zu versorgen. Ist dies nicht der Fall, so werden die in unmittelbarer Nähe zur Heizzentrale befindlichen Abnehmer mit wesentlich höheren Durchflüssen und Temperaturen bedient, damit entfernt liegende Heizkörper, die eventuell unterversorgt werden, die benötigte Wärmeleistung erbringen können. Besonders gravierend werden diese Einflüsse, wenn die Ausmaße der Anlagen immer weiter anwachsen.

Um diesen Erscheinungen vorzubeugen, ist bereits in der VOB/C DIN 18 380 folgende Festlegung getroffen worden:

„Die Anlagenteile sind so einzustellen, dass die geforderten Funktionen und Leistungen erbracht, die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden. Der hydraulische Abgleich ist so vorzunehmen, dass bei bestimmungsgemäßem Betrieb, d.h. auch nach Raumtemperaturabsenkungen oder Betriebspausen, alle Wärmeverbraucher entsprechend ihrem Wärmebedarf mit Heizungswasser versorgt werden“.

Der erste Schritt sollte immer die Voreinstellung bzw. die Einregulierung der Thermostatventile sein. Verzichtet man darauf, so übernimmt das Thermostatventil den zusätzlichen Druckabfall. Folglich schließt das Ventil weiter; dies betrifft auch den Vollastfall. Diese geringere Hubstellung hat dann eine Verkleinerung des Proportionalbereiches zur Folge, die Regelung geht weiter in Richtung Instabilität. Zusätzlich können bei hohen Differenzdrücken - besonders im Teillastbereich - am Ventil Fließgeräusche auftreten.

Man findet recht oft die Meinung vor, dass das Thermostatventil durch Schließen einen Mengenausgleich vornimmt. Diese Aussage stimmt allerdings erst, wenn das Ventil zu schließen beginnt, also die Raumtemperatur den eingestellten Wert erreicht hat. Vielfach wird sie von den Nutzern jedoch recht hoch eingestellt bzw. werden die Thermostatventile voll geöffnet, so dass dieser Reguliereffekt nicht eintritt.

Der hydraulische Abgleich wurde weitestgehend vorgenommen. Die Heizkörper wurden überwiegend erneuert. Lediglich im Klassentrakt sind noch veraltete Gussheizkörper installiert. Diese werden ebenfalls kurzfristig erneuert.

2.8 Raumlufotechnische Anlagen

Die Aufgabe der RLT-Anlagen besteht nicht nur darin, Räume zu beheizen, sondern darüber hinaus die Luftqualität (Reinheit, Temperatur, Feuchte usw.) zu stabilisieren. RLT-Anlagen haben, insbesondere aufgrund des hohen Stromverbrauches der Antriebsaggregate, hohe Betriebskosten zur Folge.

Es ergeben sich folgende Einsparungsmöglichkeiten:

2.8.1 Bedarfsgerechte Nutzung der RLT-Anlage

In den Bereichen, in denen ständig wechselnde Ansprüche an das Temperaturniveau gestellt werden, oder nur sporadische Nutzung gegeben ist, reicht eine Zeitsteuerung zur Optimierung nicht aus. Hier ist es empfehlenswert, die Raumtemperatur auf einem möglichst geringen Niveau zu halten.

Gleichzeitig wird dem Benutzer über ein Langzeitrelais eine zeitlich begrenzte Erhöhung der Raumtemperatur ermöglicht. Nach Ablauf der eingestellten Zeit reduziert sich die Raumtemperatur automatisch auf den vorgegebenen Wert. Diese Möglichkeit der Steuerung ist natürlich auch bei zweistufigen Lüftungsaggregaten möglich.

Die Überprüfung vor Ort ergibt Folgendes:

<i>Bereich</i>	:	<i>Halle</i>
Antriebsleistung	:	2,5/72 kW (nahezu immer auf 2,5 kW)
Volumenstrom	:	13.600 m ³ /h
Laufzeit	:	durchgehend

Empfehlung : Installation einer neuen thermostatischen Steuerung in Verbindung mit einer Tasterschaltung. Auf Knopfdruck wird die Raumtemperatur von 17 auf 19 °C zeitlich begrenzt erhöht.

Die Einsparungen betragen:

elektrisch:

2,7 kW · 1.000 h/a	=	2.700 kWh/a
	=	445,50 €/a

thermisch:

14,9 kW · 1.000 h/a	=	14.900 kWh/a
	=	807,58 €/a

Gesamteinsparung	=	<u>1.253,08 €/a</u>
------------------	---	---------------------

Die Investition für die Zeitsteuerung (Langzeitrelais) einschließlich Montage beträgt ca. 2.500,00 €.

2.9 Bauphysikalische Grobanalyse

Die bauphysikalische Bewertung von Gebäuden ist außerordentlich schwierig und zeitaufwendig. Eine Vielzahl von Parametern, wie z.B. Alter, A/V-Wert, Heizungssystem, Art der Nutzung usw., beeinflussen das Ergebnis erheblich. Die gängigste, auch von Bund und Ländern empfohlene Form der Grobanalyse, stellt die Bewertung nach Jahreswärmekennzahlen unter Berücksichtigung von Baublockebene nach dem Hüll-/Flächenverfahren dar.

Die Einordnung nach Baublockebenen (Altersklassen) sieht folgendermaßen aus:

Altersklasse I	mäßiger Wärmeschutz	(bis 1976)
Altersklasse II	erhöhter Wärmeschutz	(bis 1983)
Altersklasse III	hoher Wärmeschutz	(ab 1984)
Altersklasse IV	sehr hoher Wärmeschutz	(ab 1995)
Altersklasse V	höchster Wärmeschutz	(ab 2002)

Diese Klassifizierung wurde zwangsläufig durch das Inkrafttreten jeweils neuer gesetzlicher Bestimmungen (Wärmeschutzverordnung, Energiesparverordnung EnEv) vorgegeben. Erschwerend ist, dass die meisten Hochbauten nachträglich durch Sanierungs- und Dämmmaßnahmen verändert werden.

Eigentümer von Gebäuden mit normalen Innentemperaturen müssen gemäß Energiesparverordnung nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken beheizter Räume bis zum 31.12.2006 so dämmen, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der Geschossdecke $0,30 \text{ W (m}^2 \cdot \text{K)}$ nicht überschreitet.

Die Jahreswärmekennzahl der Referenzperiode errechnet sich durch Division von Jahreswärmeverbrauch in kWh und beheizter Fläche in qm. Sie beträgt:

$$\frac{514.872 \text{ kWh}}{4.500 \text{ qm}} = \underline{\underline{114 \text{ kWh/qm/a}}}$$

Anhand der nachfolgenden Übersicht, die dargestellten Grenzwerte sind der K & L-Datenzentrale entnommen und basieren somit auf den Mess- und Erfassungswerten von über 40.000 Einrichtungen, erfolgt eine Klassifizierung. Diese sieht folgendermaßen aus:

Gebäudekategorie	Gebäudegröße (Nettogrundfläche) [m ²]	Vergleichswerte Heizung und Warmwasser [kWh/m ² _{NGFA}]
Verwaltungsgebäude	≤ 3.500	130
	> 3.500	115
Verwaltungsgebäude mit höherer techn. Ausstattung	beliebig	130
Krankenhäuser und Unikliniken für Akutkranke	beliebig	360
Schulen	≤ 3.500	155
	> 3.500	125
Allgemeinbildende Schulen	≤ 3.500	155
	> 3.500	125
Grundschulen	≤ 3.500	155
	> 3.500	140
Hauptschulen	beliebig	145
	Realschulen	beliebig
Gymnasien	beliebig	125
	Gesamtschulen	beliebig
Berufsbildende Schulen	≤ 3.500	135
	> 3.500	115
Sonderschulen	beliebig	150
	Kindertagesstätten	beliebig

Gebäudekategorie	Gebäudegröße (Nettogrund- fläche) [m ²]	Vergleichswerte Heizung und Warmwasser [kWh/m ² _{NGFä}]
Sportbauten	beliebig	160
Hallen (ohne Schwimmhallen)	beliebig	155
Schwimmhallen	beliebig	775
Gebäude für Sportplatz- und Freibadeanlagen	beliebig	180
Gebäude für Freibadeanlagen einschl. Außenanlagen	beliebig	1100
Gemeinschaftsstätten	≤ 3.500	175
	> 3.500	135
Garangengebäude	beliebig	190
Gebäude für öffentliche Bereit- schaftsdienste	≤ 3.500	140
	> 3.500	150
Straßenmeistereien	beliebig	130
Bauhöfe	beliebig	255
Feuerwehren	beliebig	155
THW-Höfe	beliebig	95
Gebäude für kulturelle und musi- sche Zwecke	≤ 3.500	150
	> 3.500	115
Ausstellungsgebäude	beliebig	110
Bibliotheksgebäude	beliebig	105
Veranstaltungsgebäude	beliebig	150
Gemeinschaftshäuser	beliebig	200
Sporthallen		140
Mehrzweckhallen		345
Schwimmhallen, Hallenbäder		775
Sportheim (Vereinsheim)		120
Krankenhäuser		
- bis 250 Betten		275
- von 251 bis 450 Betten		270
- von 451 bis 650 Betten		320
- von 651 bis 1000 Betten		280
Tiefgaragen, Parkhäuser		125
Bürogebäude		
- nur beheizt		135
- temperiert, mech. belüftet		160
- mit Vollklimaanlage		190

Die Maßnahmen zur Wärmedämmung sind hinlänglich bekannt. Häufig wird aufgrund des Fehlens einer exakten Diagnose das gesamte Gebäude mit Vollwärmeschutz versehen.

Hier bietet die Infrarot-Analyse entscheidende Vorteile, denn sie erfasst über ein elektronisch gesteuertes Thermogramm die tatsächlichen Transmissionswärmeverluste an jedem Punkt der Gebäudehülle.

Erhöhung des Wärmeschutzes

Generell ergibt sich das erzielbare Einsparungsvolumen durch eine Verminderung des baustoffspezifischen U-Wertes.

Die Einsparungsberechnung gestaltet sich wie folgt:

$$E = \frac{(U_{W \text{ ist}} - U_{W \text{ soll}}) \cdot Gt \cdot A \cdot C_{TD} \cdot TBF}{\eta_{\text{ges}}}$$

$U_{W \text{ ist}}$ = U-Wert Istzustand

$U_{W \text{ soll}}$ = U-Wert Sollzustand

Gt = Gradtagszahl

A = relevante Fläche

C_{TD} = Faktor zur Berücksichtigung abweichender Temperaturdifferenzen:
 Dach, oberste Geschossdecke, Kellerdecke = 0,8
 erdberührende Bauteile = 0,5
 Bauteile zu Wintergärten mit
 - Einfachverglasung = 0,7
 - Isolierverglasung = 0,6
 - Wärmeschutzverglasung = 0,5

TBF = Teilbeheizungsfaktor = 0,9

p = Energiepreis

η_{ges} = Jahresnutzungsgrad gesamte Heizungsanlage

Nachfolgend werden spezifische Investitionskosten aufgeführt. Diese dienen lediglich der groben Orientierung, da eine Vielzahl gebäudetypischer Einflussfaktoren existiert.

Verglasung

Isolierverglasung in Holzrahmen	ca.	500,00 €/qm
in Kunststoffrahmen	ca.	550,00 €/qm
Wärmeschutzverglasung Farbe Gold, Silber, Neutral	ca.	600,00 €/qm

Aufpreis/Festverglasung	ca.	50,00 €/qm
Reflexionsfolie	ab ca.	5,00 €/qm

Fassade

Vollwärmeschutz ohne Putzentfernung	ca.	65,00 €/qm
mit Putzentfernung	ca.	100,00 €/qm
Sockeldämmung ohne Putzentfernung	ca.	30,00 €/qm
mit Putzentfernung	ca.	45,00 €/qm
Dachdämmung von innen/Sparren	ca.	50,00 €/qm
Zwischendecke von oben	ca.	25,00 €/qm
Fassadenelemente als Ersatz für Glas inkl. Dämmung	ca.	150,00 €/qm
vorgehängte Klinkerfassade	ca.	170,00 €/qm

Nachfolgend werden die wesentlichen Eckdaten im Bezug auf den bauphysikalischen Zustand der Bauwerke dargestellt:

Sporthalle:

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Pult-/Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker/Putz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	teilunterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Lüftung

Schule:

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Pulldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker/Putz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	teilunterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Heizung, Lager

In den zurückliegenden Jahren wurden erhebliche Investitionen im Bereich „Bauphysik“ getätigt. Hierdurch wurden entsprechende Einsparungen erzielt, was durch die günstige Energiekennzahl bestätigt wird.

Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ergeben sich keine weiteren Einsparungen.

3. NAH-/FERNWÄRMESYSTEME

3.1 Allgemeines

Der Fern- und Nahwärmeausbau muss Vorrang haben vor allen anderen Wärmeversorgungssystemen, weil Fernwärme, legt man die o.g. Zielkriterien zugrunde, die reizvollste Endenergie für den kommunalen Wärmemarkt ist. Unter ökologischen Gesichtspunkten am günstigsten ist Fernwärme aus Abwärmenutzung oder Kraft-Wärme-Kopplung. Derartig gewonnene Fernwärme hat negative Emissionsfaktoren, d.h. je Kilowattstunde Nutzwärme werden entweder keine oder fast keine Schadstoffe emittiert, sondern im Gegenteil Emissionen aus substituierten Einzelfeuerungsstätten verdrängt. Nachfolgende Varianten werden untersucht:

3.2 Nutzung gewerblicher Abwärme

Die Nutzbarkeit gewerblicher Abwärme hängt in hohem Maße von der Qualität der anfallenden Wärmemengen ab. Diese Qualität wird durch folgende Kriterien bestimmt.

- Temperaturniveau
- Träger und dessen Dichte (Wasser, Luft)
- Chemische Beschaffenheit
- Zeitliche Verteilung des Wärmefalles
- Stoffbetrieb, saisonabhängig, kontinuierlich
- Räumliche Lage zum Verbraucher bzw. zum Verteilungssystem

Es ist kein nutzbares Abwärmepotenzial vorhanden.

3.3 Einsatz eines Klein-Blockheizkraftwerkes

Blockheizkraftwerke sind kleine Heizzentralen, in denen die Abwärme von Verbrennungsmotoren zu Heizzwecken genutzt oder als Nutzwärme einem Produktionsprozess zugeführt und die mechanische Energie über Generatoren in elektrische Energie umgewandelt wird.

Der beim Betrieb des Blockheizkraftwerkes erzeugte Strom kann in das örtliche Netz eingespeist werden. Alternativ kann die dezentral erzeugte Elektrizität zur Deckung des eigenen Bedarfes dienen.

Je nach Bauart, Größe, Betriebsweise und Brennstoff werden Verstromungswirkungsgrade von

28 bis 35 %

und thermische Wirkungsgrade von

35 bis 60 %

erreicht.

Die Vorteile des BHKW-Betriebes sind somit offensichtlich. Im Kraftwerksbereich entsteht eine hohe Einsparung an Primärenergie, verbunden mit einer entsprechenden Emissionsminderung.

Aufgrund der hohen Investitionskosten, diese bewegen sich je nach Anlagengröße zwischen 1.250,00 und 3.000,00 €/kW_{ELT} zzgl. eventuell anfallender Gebäudekosten, hängt die Wirtschaftlichkeit des BHKWs in hohem Maße von der Auslastung ab. Je höher die Laufzeit und damit die Energieproduktion ist, um so geringer sind letztendlich prozentual die Kapitalkosten. Die Anlagengröße muss daher so gewählt werden, dass möglichst hohe Laufzeiten erzielt werden.

Der Strom- und Wärmebedarf jeder Anlage ist innerhalb eines Tages- oder Jahresverlaufes erheblichen Schwankungen unterworfen. Ist der Wärmebedarf größer als die Stromerzeugung, muss die fehlende Wärmeleistung von Wärmespeichern oder Zusatzheizkesseln geliefert werden (Heizung im Winter). Ist der Wärmebedarf geringer als die Stromerzeugung, muss die überschüssige Wärme durch Speicher aufgefangen werden oder, falls dieses erschöpft ist, durch Rückkühlung des Motorwassers oder Bypassschaltung des Abgases ungenutzt bleiben.

Häufig muss nach wie vor ein nennenswerter Teil des Strombedarfes aus dem öffentlichen Netz bezogen werden, während andererseits zu bestimmten Zeiten überschüssiger Strom aus dem Blockheizkraftwerk ins öffentliche Netz eingespeist wird (überwiegend in den Schwachlastzeiten).

Die betriebswirtschaftliche Bilanz des Blockheizkraftwerkes setzt sich somit aus den Gesamtkosten, bestehend aus Brennstoff- und Unterhaltungskosten, und der Gesamteinsparung, bestehend aus Erlösen bzw. Gutschriften, für die erzeugten Energiemengen an Strom und Wärme zusammen.

Sie ergeben sich aus folgenden Gleichungen:

I. Brennstoffkosten

$$= \frac{kW_{el}}{n_{el}} \cdot h \cdot P_B$$

kW_{el} = elektrische Leistung des BHKWs

n_{el} = elektrischer Wirkungsgrad des BHKWs
= 0,30

h = Laufzeit des BHKWs in h/a

P_B = Brennstoffpreis in €/kWh·H_u

II. Unterhaltungskosten

$$= kW_{el} \cdot \text{EUR}/kW_{el} \cdot F_A$$

kW_{el} = elektrische Leistung des BHKWs

$\text{€}/kW_{el}$ = spez. Investition

ohne bauliche Kosten

< 20 kW = 3.000,00 €/kW_{el}

< 30 kW = 2.500,00 €/kW_{el}

< 60 kW = 1.650,00 €/kW_{el}

< 90 kW = 1.500,00 €/kW_{el}

F_A = Spez. Kostenfaktor
= 0,2218

Er wird wie folgt ermittelt:

Annuität 15a/8%	=	11,68 %
Instandhaltung	=	7,50 %
Personalkosten	=	2,00 %
Verwaltung, Steuern, Versicherungen usw.	=	<u>1,00 %</u>
	=	22,18 %
	=	0,2218

III. Stromerlöse

$$= kW_{el} \cdot n_{el} \cdot P_E \cdot h$$

kW_{el} = elektrische Leistung des BHKW

n_{el} = elektrischer Gesamtwirkungsgrad des BHKW = 0,93

Kupplungs-, Generatorverluste,
Zusatzbedarf an Strom

h = Laufzeit des BHKW in h/a

P_E = Strompreis in €/kWh

IV. Wärmeeinsparung

$$= \frac{kW_{el} \cdot n_{th} \cdot h \cdot P_B}{n_{el} \cdot n_{Ka}}$$

kW_{el} = elektrische Leistung des BHKWs

n_{el} = elektrischer Wirkungsgrad des BHKWs
= 0,30

n_{th} = thermischer Wirkungsgrad des BHKWs
= 0,60

h = Laufzeit des BHKWs in h/a

n_{Ka} = Wirkungsgrad der Kesselanlage
= 0,85

Nach der Auswertung der vorhandenen Verbraucherzahlen (Strom und Wärme) ergibt sich als optimale Modulgröße für das Blockheizkraftwerk eine elektrische Leistung von 5,5 kW.

Der Reststrombezug, der sich bei einem Stillstand der BHKW-Anlage (Wartung) und bei einem Leistungsbedarf über der elektrischen BHKW-Leistung ergibt, wird vom Netz des EVU bezogen.

Der durch das BHKW erzeugte Strom, der nicht selbst genutzt werden kann, wird in das Netz des EVU eingespeist. Die Wärmeerzeugung für die Spitzenlast wird über eine Kesselanlage abgedeckt. Nachfolgend werden die Jahresenergiekosten bzw. Versorgung aus einer BHKW-gestützten Kesselanlage dargestellt:

Es ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeit:

Wärmeleistung	14,8 kW
Stromleistung	5,5 kW
Brennstoffleistung	22,8 kW
Laufzeit	6.500 h/a
Kesselwirkungsgrad	0,9
Wärmepreis	0,0542 €/kWh
Strompreis	0,1650 €/kWh
Steuerreduzierung Gas	0,0055 €/kWh
Reduzierter Gaspreis	0,0487 €/kWh
Einspeisevergütung	0,1312 €/kWh
KWK-Vergütung	0,0511 €/kWh
Wartungskosten	0,0380 €/kWh _{el}
Stromerzeugung	35.750 kWh/a
Eigenverbrauch	60 %
	21.450 kWh/a
Einspeisung	40 %
	14.300 kWh/a

Gewinn:

Wärmeerzeugung	96.200 kWh/a
	6.401,68 €/a
Stromeigenverbrauch	21.450 kWh/a
	4.635,35 €/a
Stromeinspeisung	14.300 kWh/a
	1.876,16 €/a
Summe	12.913,19 €/a

Kosten:

Brennstoffeinsatz	148.200 kWh/a
	7.217,34 €/a
Wartungskosten	1.358,50 €/a
Summe	8.575,84 €/a

Einsparung statisch 4.337,35 €/a

Investition 25.000,00 €

Amortisation (statisch) 5,76 Jahre

4. REGENERATIVE VERSORGUNGSSYSTEME

4.1 Einleitung

Trotz aller Widersprüche ist sich die Fachwelt darüber einig, dass langfristig die Energie- und Rohstoffquellen abnehmen und analog hierzu die Energiepreise ansteigen werden. Einigkeit besteht des Weiteren darüber, dass regenerative Energieversorgungssysteme und die daraus resultierende Minderung des Energieverbrauches ein wesentliches Instrument des Umweltschutzes darstellen.

Der Jahresenergieverbrauch Deutschlands liegt bei 4.000 Mrd. kWh. Die jährlichen Potenziale regenerativer Energien stellen sich wie folgt dar:

- Gezeiten : 26 Mrd. kWh
- Geothermik : 277 Mrd. kWh
- Solarstrahlung : 2 Mrd. kWh

Die fossilen Reserven liegen bei 90.000 Mrd. kWh.

4.2 Solarenergie

Ganz allgemein versteht man unter einer Solaranlage ein System, mit dem die Sonnenstrahlen in direkt nutzbare Energie umgewandelt werden können. Dabei unterscheidet man zwei große Hauptbereiche:

1. die thermische Solarenergienutzung, also die Umwandlung der Sonnenenergie in Wärme.
2. Die photovoltaische Umwandlung der Sonnenenergie, d.h. die Erzeugung von elektrischem Strom durch Sonnenstrahlen.

Um die Leistungsfähigkeit von Solarsystemen ermitteln zu können, ist die Kenntnis der auf diese Flächen auftretenden Strahlungsenergie erforderlich. In nachfolgender Tabelle sind die Jahresmittelwerte der Bestrahlung auf eine horizontale Fläche in kWh/m²/a für einige Orte dargestellt.

Berlin	1.000
Braunschweig	940
Norderney	1.070
Hamburg	929
Trier	1.013
Würzburg	1.090

Die Tagesstrahlung errechnet sich aus dem jahreszeitlichen Verlauf der Sonnenstrahlung und deren Zusammensetzung aus dem direkten und diffusen Strahlungsanteil. Während einer Schönwetterperiode kann ein Maximum zwischen 0,8 und 1 kW/m² Sonneneinstrahlung erfasst werden, wobei bei bedecktem Himmel wesentlich niedrigere Werte zwischen 0,05 bis 0,25 kW/m² auftreten.

Die tatsächliche Strahlung, die auf eine Empfängerfläche fällt, hängt von der geographischen Lage, der Jahres-/Tageszeit, dem jeweiligen Einfallswinkel und der Wetterlage ab.

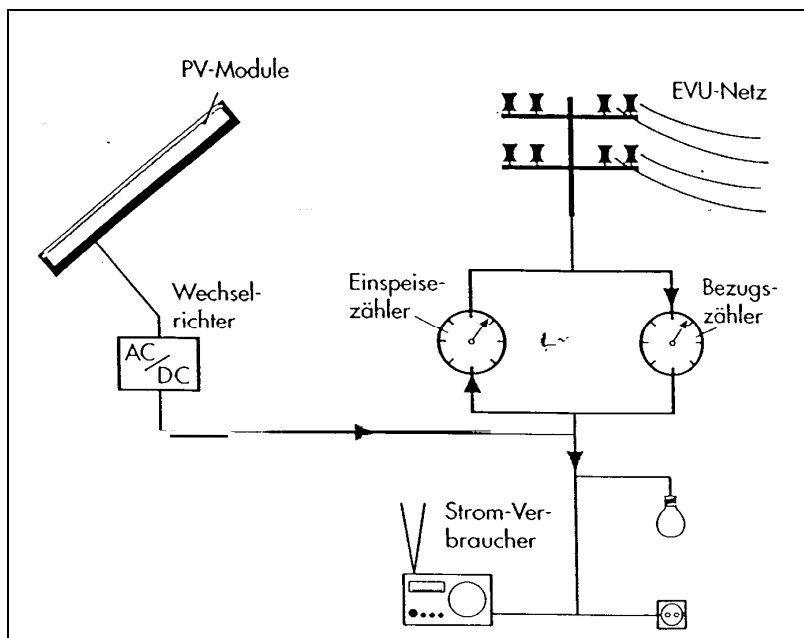
Die Nutzung von Solarenergie ist auf zweierlei Art möglich.

Fotovoltaik

Hier wird Sonnenlicht durch einen physikalischen Effekt, dem sogenannten Foto-Effekt, in Elektrizität umgewandelt. Man spricht deshalb auch von "fotovoltaischer Umwandlung". Dies geschieht in Foto- bzw. Solarzellen.

Die Investitionskosten für Fotozellen bei ca. 7,00 bis 9,00 € pro Watt installierter Spitzenleistung. Je nach betriebswirtschaftlichem Ansatz kommt man mit diesem Wert auf Stromgestehungskosten, die zwischen 0,60 € und 0,70 € pro erzeugter Kilowattstunde liegen.

Nachfolgend eine Prinzipskizze einer Fotovoltaikanlage im Netzparallelbetrieb:



Man unterscheidet grundsätzlich zwischen netzgekoppelten Anlagen und netzautarken Anlagen.

Netzgekoppelte Anlagen:

Auf eine in gemäßigten Zonen etwa 35° geneigte und nach Süden ausgerichtete Fläche trifft eine jährliche Sonnenstrahlung von 990 bis 1.200 kWh/m²a. Kristalline Module mit Wirkungsgraden von 10 bis 12 % liefern also 90 bis 145 kWh/m²a oder 900 bis 1.200 kWh installierter Spitzenleistung pro Jahr. Abweichungen von der idealen Positionierung der Module reduzieren die Jahresenergieausbeute auf etwa 600 bis 950 kWh, d.h. eine gute Fotovoltaikanlage läuft jährlich mit 600 bis 950 Volllaststunden.

Netzautarke Anlagen:

Die Jahresenergieausbeute ist bei netzautarken Anlagen mit Zwischenspeicherung geringer als bei netzgekoppelten Anlagen, denn

- der Laderegler und die Batteriestation kommen als zusätzliche verlustbehaftete Anlagenkomponenten dazu,
- in den Batterien treten Speicherverluste durch Selbstentladung auf,

- die Speicheranlagen sind nicht wartungsfrei,
- u.U. muss die Fotovoltaik-Generatorleistung weggeregelt werden, wenn die Batterien vollgeladen sind.

Dadurch erreicht man je nach Anwendung in Mitteleuropa eine Jahresenergieausbeute zwischen 300 und 650 kWh pro kW_p.

Gemäß den aktuellen gesetzlichen Bestimmungen erfolgt eine Einspeisevergütung von 44,41 ct/kWh bis 30 kW-Anlagen. Dies bedeutet für eine netzgekoppelte Anlage bei einer durchschnittlichen Jahresenergieausbeute einer 1 kW-Anlage einen Maximalbetrag von

$$800 \text{ kWh} \cdot 44,41 \text{ ct/kWh} = 355,28 \text{ €}$$

Die Investition beläuft sich auf ca. 8.500,00 €.

Neben dem Bund fördern die Länder oder Energieversorgungsunternehmen eine Fotovoltaikanlage mit zinsgünstigen Darlehen oder Zuschüssen.

Die Förderprogramme sind jedoch von den Haushaltskapazitäten abhängig und können sich in ihrem Umfang schnell ändern.

Eine Zusammenstellung der Fördermöglichkeiten ist erst bei konkreten Vorhaben sinnvoll und wird daher hier nicht gesondert aufgeführt. Dies betrifft ebenso die weiter aufgeführten Versorgungssysteme.

Thermische Solarenergienutzung

Bei der Wärmeerzeugung durch Sonneneinstrahlung wird zumeist mit Hilfe dunkler Platten oder schwarzer Rohre und ähnlichem Wasser erwärmt. Bei der Nutzbarmachung der Sonnenstrahlung in Heizungs- oder Wassererwärmungsanlagen ist eine entsprechend große und geeignete Oberfläche als Empfängerfläche zur Aufnahme der Sonnenenergie erforderlich. Hierbei ist zu beachten, dass die eingestrahlte Energiedichte sehr gering ist, nicht in gleicher Höhe und nicht kontinuierlich zur Verfügung steht.

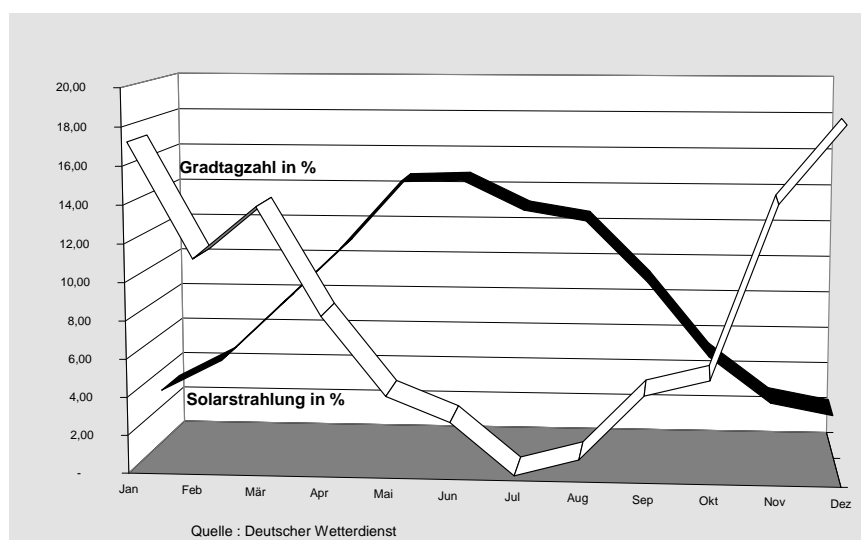
Da die Wärmeeinstrahlung der Sonne nur am Tage auftritt und in unseren Breiten außerdem noch länger anhaltende Schlechtwetterperioden auftreten, sind entsprechende Wärmespeicher zur Aufnahme und kontinuierlichen Abgabe der Wärme an die Verbraucher erforderlich.

Für die weitere Betrachtung wird der Berichtsort Würzburg gewählt, da die dortigen Messwerte in etwa dem gewichteten Mittel der Bundesrepublik entsprechen.

Die Strahlungswerte innerhalb Deutschlands schwanken um ca. 15 %. Der nachfolgenden Tabelle ist der jahreszeitliche Verlauf der Globalstrahlung zu entnehmen.

Solarenergieaufkommen / Wärmebedarf

	Solarstrahlung	%	Gradtagzahl	%
Jan	31,30	2,87	549,00	17,14
Feb	49,90	4,58	356,00	11,11
Mär	84,00	7,71	444,00	13,86
Apr	118,20	10,85	263,00	8,21
Mai	158,40	14,53	130,00	4,06
Jun	159,60	14,64	88,00	2,75
Jul	142,30	13,06	-	-
Aug	136,40	12,51	29,00	0,91
Sep	100,50	9,22	138,00	4,31
Okt	56,70	5,20	165,00	5,15
Nov	29,70	2,73	456,00	14,24
Dez	22,90	2,10	585,00	18,26
Summe	1.089,90	100,00	3.203,00	100,00



Der Jahresnutzungsgrad von Solaranlagen, alle Verluste sind bereits abgezogen, liegt bei 40 %. Nicht zu verwechseln mit dem Momentanwirkungsgrad, der kurzfristig unter idealen Bedingungen 80 % und mehr betragen kann. Erfolgt in den Sommermonaten keine oder eingeschränkte Nutzung (Ferien, Urlaub) sinkt der Jahresnutzungsgrad unter 25 % ab.

Aktive Systeme zur thermischen Nutzung der Sonnenenergie bestehen aus Kollektor, Wärmespeicher, Regeleinrichtung und Pumpen. An Kollektoren sind verschiedene Typen auf dem Markt verfügbar, die sich hinsichtlich der Investitionskosten, Nutzungsgrade und Anwendungsbereiche unterscheiden.

	<i>Preis</i> [€/m ²]	<i>Solargewinn</i> [kWh/m ² /a]
Kollektoren (m. Abdeckung / 40°C)		
- Flachplatte	100 - 250	250 - 350
- Vakuumröhren	350 - 450	500
Absorber (o. Abdeckung / 25°C)		
	< 50	250 - 350

Die hohen Investitionen haben zur Folge, dass aus wirtschaftlichen Erwägungen die Nutzung der Solarenergie für Heizzwecke und Brauchwassererwärmung derzeit nicht sinnvoll ist, zumal zusätzlich für den Winter eine konventionelle Heizungsanlage vorgehalten werden muss.

Nachfolgend wird eine Anlagenkonzeption zur Brauchwasserbereitung aufgezeigt:

Personenanzahl	:	max. 20 Personen
Warmwasserverbrauch	:	50 Liter/Person und Duschen- nutzung bei 37 °C
Dachausrichtung	:	Süd-Ost (45° Ostabweichung)
Kollektortyp	:	verglaster Flachkollektor
Kollektorfläche	:	22 qm
Neigungswinkel	:	42°
Solarer Deckungsanteil	:	60 %
Solarspeicher	:	800 Liter

Durch den Einsatz des Blockheizkraftwerkes ist die Installation einer thermischen Solaranlage nicht mehr sinnvoll und wirtschaftlich.

5. ZUSAMMENFASSUNG

5.1 Einsparungskonzept

Unsere Untersuchungen zeigen, dass mit vertretbaren Investitionen die Kosten wie folgt gesenkt werden können.

Energetische Maßnahmen

Steuerung/Raumluftechnische Anlage der Mehrzweckhalle

Investition	:	ca.	2.500,00	€
Einsparung	:		1.253,08	€

Einsatz eines Klein-Blockheizkraftwerkes

Investition	:	ca.	25.000,00	€
Einsparung	:		4.337,35	€

5.2 Schadstoffanalyse

Die energetischen Einsparungsmaßnahmen werden sachgemäß zu einer Abnahme des Wärmeverbrauches und zu einer wesentlichen Entlastung der Umwelt führen. Wir verweisen auf die Energie- und Umweltbilanz.

KINDERKRIPPE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede, Hinter der Kippe 7
 Objekt-Nr. 2

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	3.834	kWh
Jahreskosten	:	<u>658,72</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	17,18	ct/kWh
Nutzfläche	:	204	qm
Stromkennzahl	:	19	kWh/qm·a

Die Kinderkrippe wurde um einen Neubau von ca. 250 qm erweitert. Stromverbrauch und Kosten werden sich somit entsprechend erhöhen.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

KINDERKRIPPE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Hinter der Kippe 7

Objekt-Nr. 2

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Vitodens 300, Brennwert	
Baujahr	:	2000	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	ca. 20,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brenner	:	Viessmann	
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	23.925,00	kWh
Abgastemperatur	:	56,00	°C
Ansaugtemperatur	:	20,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	8,50	%
Abgasverluste	:	0,48	kW
	:	2,40	%
Brennerlaufzeit	:	1.185,66	h/a
Strahlungsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%

Feuerungswirkungsgrad	:	97,60	%
Kesselwirkungsgrad	:	97,40	%
Jahresnutzungsgrad	:	96,54	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Vitodens
Heizphasen	:	nach Belegung

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 91,71 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	23.925	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.188,17</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	4,97	ct/kWh
Installierte Leistung	:	ca. 20	kW
Nutzfläche	:	204	qm
Wärme Kennzahl	:	117	kWh/qm . a

Die Kinderkrippe wurde um einen Neubau von ca. 250 qm erweitert. Gasverbrauch und Kosten werden sich somit entsprechend erhöhen.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Putz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	unterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Lager, Heizung

RATHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede, Vallstedter Weg 1
 Objekt-Nr. 3

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	37.087	kWh
Jahreskosten	:	<u>6.230,62</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	16,8	ct/kWh
Nutzfläche	:	2.043	qm
Stromkennzahl	:	18	kWh/qm·a

Die Beleuchtung, der Hauptstromverbraucher, wurde mit energiesparenden T5-Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten erneuert.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

RATHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Vallstedter Weg 1

Objekt-Nr. 3

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Vertomat Brennwert	
Baujahr	:	1998	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	135,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	202.500,00	kWh
Abgastemperatur	:	65,00	°C
Ansaugtemperatur	:	20,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	9,30	%
Abgasverluste	:	4,32	kW
	:	3,20	%
Brennerlaufzeit	:	1.474,97	h/a
Strahlungsverluste	:	0,27	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,41	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	96,80	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,30	%
Jahresnutzungsgrad	:	94,69	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Dekamatik-E
Heizphasen	:	Mo. bis Fr. 06.00 - 20.00 Uhr
		Sa./So. 06.00 - 14.00 Uhr

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Nord</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 40-30/4
Leistung	:	80/90/140 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Süd</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Top-E 40/1-4
Leistung	:	80 - 200 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 83,9 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	202.500	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>10.935,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,4	ct/kWh
Installierte Leistung	:	135	kW
Nutzfläche	:	2.043	qm
Wärme Kennzahl	:	99	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Anpassung der Aufheizphase

Aufgabe der Regelung ist es, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregelung, Fabrikat Viessmann, Typ Dekamatik-E
Heizphasen	:	Mo. bis Fr. 06.00 - 20.00 Uhr Sa./So. 06.00 - 14.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung. Die Regelung ist in erster Linie für den Bürgermeister sowie die Sozialstation programmiert. Sofern die Räumlichkeiten sich an einem Regelkreis befinden, könnte der zweite bereits ab 16.00 Uhr sowie am Wochenende komplett abgesenkt werden.
Einsparung	:	8.100 kWh/a <u>437,40 €/a</u>
Investition	:	ca. 100,00 €

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

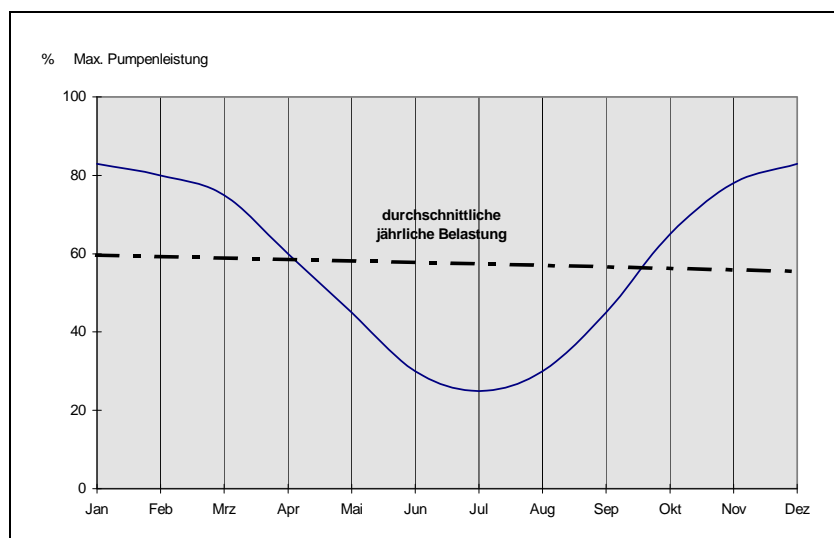
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Volllast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nur zum Teil vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpe für den Bereich Nord durch eine drehzahlgeregelte Pumpe.

Einsparung	:	544	kWh/a
		<u>91,39</u>	<u>€/a</u>
Investition	: ca.	400,00	€

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Der hydraulische Abgleich kann an den Rücklaufverschraubungen vorgenommen werden.

Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	518	kWh/a
	=	87,02	€/a
<i>thermisch</i>	:	18.225	kWh/a
	=	984,15	€/a

Gesamteinsparung	:	<u>1.071,17</u>	€/a
Investition	:	ca. 1.200,00	€

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	2
Dachform	:	Flach-/Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker/Vorhangverkleidung
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Metall
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	unterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Heizung, Büros, Lager

BÜRGERHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Woltwiescher Weg 1

Objekt-Nr. 4

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 12.000 kWh

Jahreskosten : 2.016,00 €/a

Durchschnittspreis : 16,8 ct/kWh

Nutzfläche : 800 qm

Stromkennzahl : 15 kWh/qm·a

Da Verbrauch und Kosten nicht vorliegen, wurden die Werte überschlägig ermittelt.

Es gelangen energiesparende Techniken zum Einsatz.

Die Beheizung erfolgt über die Anlage des Hotels und wird über Nebenkosten abgerechnet.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker, Holz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Metall
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	teilunterkellert
Kellerdämmung	:	vorhanden
Kellernutzung	:	WC

SPORTHEIM SV LENGEDE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede, Schachtweg 2
 Objekt-Nr. 5

Ist-Zustand

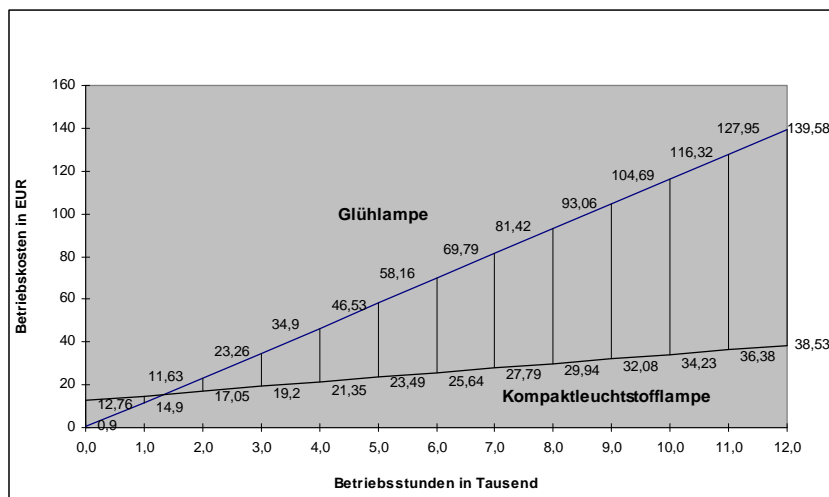
Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	9.618	kWh
Jahreskosten	:	<u>1.670,72</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	17,37	ct/kWh
Nutzfläche	:	874	qm
Stromkennzahl	:	11	kWh/qm·a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz von Kompaktleuchtstofflampen

Kompaktleuchtstofflampen haben bei gleicher Beleuchtungsstärke einen bis zu 90 % geringeren Stromverbrauch und eine 5 bis 6 mal höhere Lebensdauer als Glühlampen oder Strahler.

Das nachfolgende Bild zeigt den Betriebskostenvergleich zwischen einer elektronischen Kompaktleuchtstofflampe 15 Watt und einer Glühlampe 75 Watt in Abhängigkeit von der Lebensdauer bzw. Betriebsstunden:



Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Bereich: Gaststätte

Austausch von	11	Glühlampen	à	60 W
gegen	11	ESP-Lampen	à	15 W

Durch den Einsatz der Kompaktleuchtstofflampen ergibt sich folgende Einsparung:

$0,495 \text{ kW} \cdot 1.000 \text{ h/a} = 495 \text{ kWh/a}$, entsprechend

85,98 €/a.

Die Investition liegt bei ca. 165,00 €.

SPORTHEIM SV LENGEDE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Schachtweg 2

Objekt-Nr. 5

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	2008	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	ca. 70,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	78.660,00	kWh
Abgastemperatur	:	58,00	°C
Ansaugtemperatur	:	18,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	11,30	%
Abgasverluste	:	1,75	kW
	:	2,50	%
Brennerlaufzeit	:	1.108,41	h/a
Strahlungsverluste	:	0,07	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,07	kW
	:	0,10	%
Feuerungswirkungsgrad	:	97,50	%
Kesselwirkungsgrad	:	97,30	%
Jahresnutzungsgrad	:	95,97	%

Kessel	:	Gaststätte
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logamax Plus GB112
Baujahr	:	2003
Heizmedium	:	Warmwasser
Leistung	:	22,00 kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00 h/a
Brennstoff	:	Erdgas
Abgastemperatur	:	60,80 °C
Ansaugtemperatur	:	10,00 °C
Sauerstoffgehalt	:	2,00 %
Kohlendioxide	:	10,31 %
Abgasverluste	:	0,53 kW
	:	2,40 %
Strahlungsverluste	:	0,02 kW
	:	0,10 %
Bereitschaftszeit	:	8.760,00 h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02 kW
	:	0,10 %
Feuerungswirkungsgrad	:	97,60 %
Kesselwirkungsgrad	:	97,40 %

Brauchwasserbereitung:

Für die Brauchwassererwärmung ist eine thermische Solaranlage installiert.

Standort: Dachgeschoss

2 Speicher à 750 Liter
 Fabrikat : Viessmann

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Vitocrossal
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Heizkörper</i>
Fabrikat	:	Wilo
Betriebsweise	:	geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Fußbodenheizung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Betriebsweise	:	geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Speicher</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos-Eco 25-1
Leistung	:	5,8 - 59,0 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 88,3 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	78.660	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>4.247,64</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,4	ct/kWh
Installierte Leistung	:	92	kW
Nutzfläche	:	874	qm
Wärme Kennzahl	:	90	kWh/qm . a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Baujahr	:	Neubau
Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	im Neubau vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Putz
Außenwanddämmung	:	teilweise vorhanden, Neubau
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	teilunterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Heizung, Duschen, Umkleiden

TURNERBUND SPORTHEIM

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede, Sandschachtweg
 Objekt-Nr. 6

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	3.432	kWh
Jahreskosten	:	<u>593,74</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	17,3	ct/kWh
Nutzfläche	:	429	qm
Stromkennzahl	:	8	kWh/qm·a

Da Verbrauch und Kosten nicht vorliegen, wurden die Werte überschlägig ermittelt.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

TURNERBUND SPORTHEIM

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Sandschachtweg

Objekt-Nr. 6

Ist-Zustand

Kessel	:		1	
Fabrikat	:		Vaillant	
Typ	:		VKS 31/2 EU	
Baujahr	:		1992	
Heizmedium	:		Warmwasser	
Leistung	:		31,00	kW
Bereitschaftszeit	:		6.480,00	h/a
Brennstoff	:		Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:		27.900,00	kWh
Abgastemperatur	:		97,00	°C
Ansaugtemperatur	:		12,00	°C
Sauerstoffgehalt	:		14,00	%
Abgasverluste	:		2,79	kW
	:		9,00	%
Brennerlaufzeit	:		871,96	h/a
Strahlungsverluste	:		0,06	kW
	:		0,20	%
Bereitschaftszeit	:		6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:		0,09	kW
	:		0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:		91,00	%
Kesselwirkungsgrad	:		90,50	%
Jahresnutzungsgrad	:		87,68	%

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 82,9 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	27.900	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.562,40</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,6	ct/kWh
Installierte Leistung	:	31	kW
Nutzfläche	:	429	qm
Wärmekennzahl	:	65	kWh/qm . a

Da Verbrauch und Kosten nicht vorliegen, wurden die Werte überschlägig ermittelt.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

SPRITZENHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Bäckerstr. 8

Objekt-Nr. 7

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 1.382 kWh

Jahreskosten : 253,49 €/a

Durchschnittspreis : 18,34 ct/kWh

Nutzfläche : 180 qm

Stromkennzahl : 7,7 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

SPRITZENHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Bäckerstr. 8

Objekt-Nr. 7

Ist-Zustand

Kessel	:	1	
Fabrikat	:	Vaillant	
Typ	:	VKU 17/1	
Baujahr	:	1988	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	16,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	15.480,00	kWh
Abgastemperatur	:	72,00	°C
Ansaugtemperatur	:	18,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	13,40	%
Abgasverluste	:	0,80	kW
	:	5,00	%
Brennerlaufzeit	:	928,64	h/a
Strahlungsverluste	:	0,05	kW
	:	0,30	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,06	kW
	:	0,40	%
Feuerungswirkungsgrad	:	95,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	94,30	%
Jahresnutzungsgrad	:	90,51	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Vaillant
Typ	:	VRC-CB
Heizphasen	:	Mo. bis So. 08.00 - 20.00 Uhr

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 80,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	15.480	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>888,43</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,74	ct/kWh
Installierte Leistung	:	16	kW
Nutzfläche	:	180	qm
Wärme Kennzahl	:	86	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Austausch der Wochenuhr gegen eine Tagesuhr

Aufgabe der Regelung ist es, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregelung, Fabrikat Vaillant, Typ VRC-CB
Heizphasen	:	Mo. bis So. 08.00 - 20.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung durch Einsatz einer Tagesuhr.
Einsparung	:	2.322 kWh/a <u>133,28 €/a</u>
Investition	:	ca. 250,00 €

Austausch der Kesselanlage

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1988 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Aufgrund des Alters der Kesselanlage und des Zustands ist eine Kesselsanierung zu empfehlen.

Das Einsparungspotenzial beträgt ca. = $\frac{1.858 \text{ kWh/a}}{106,63 \text{ €/a}}$

Die Investition beträgt ca. 6.000,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Putz
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Doppelverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	schlecht
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert
Anmerkung	:	das Objekt ist denkmalgeschützt

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede, Schachtweg 12
 Objekt-Nr. 8

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	5.657	kWh
Jahreskosten	:	<u>950,38</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	16,8	ct/kWh
Nutzfläche	:	605	qm
Stromkennzahl	:	9	kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Schachtweg 12

Objekt-Nr. 8

Ist-Zustand

Kessel	:		1
Fabrikat	:	Junkers	
Typ	:	KN 36	
Baujahr	:	2005	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	36,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brenner	:	Brötje	
Typ	:	G 501	
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	65.335,00	kWh
Abgastemperatur	:	134,00	°C
Ansaugtemperatur	:	22,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	11,80	%
Abgasverluste	:	3,24	kW
	:	9,00	%
Brennerlaufzeit	:	1.805,51	h/a
Strahlungsverluste	:	0,04	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,04	kW
	:	0,10	%

Feuerungswirkungsgrad	:	91,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	90,80	%
Jahresnutzungsgrad	:	90,33	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Junkers
Typ	:	TA 120
Heizphasen	:	Mo. bis So. 06.00 - 24.00 Uhr

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-E 25/1-5
Leistung	:	36 - 99 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 87,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	65.335	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>3.294,17</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,04	ct/kWh
Installierte Leistung	:	36	kW
Nutzfläche	:	605	qm
Wärmekennzahl	:	108	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Anpassung der Aufheizphase

Aufgabe der Regelung ist es, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregelung, Fabrikat Junkers, Typ TA 120
Heizphasen	:	Mo. bis So. 06.00 - 24.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung.
Einsparung	:	11.760 kWh/a <u>592,72 €/a</u>
Investition	:	ca. 100,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	teilweise vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut bis mittel
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

BAUHOF

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede, Erzring 8
 Objekt-Nr. 9

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	6.610	kWh
Jahreskosten	:	<u>969,23</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	14,66	ct/kWh
Nutzfläche	:	519	qm
Stromkennzahl	:	13	kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

BAUHOF

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede, Erzring 8

Objekt-Nr. 9

Ist-Zustand

Kessel	:		1
Fabrikat	:	Junkers	
Baujahr	:	Cerapur	
Heizmedium	:	Warmwasser/Luft	
Leistung	:	ca. 20,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	25.876,00	kWh
Abgastemperatur	:	65,00	°C
Ansaugtemperatur	:	20,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	12,40	%
Abgasverluste	:	0,70	kW
	:	3,50	%
Brennerlaufzeit	:	1.283,41	h/a
Strahlungsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Feuerungswirkungsgrad	:	96,50	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,30	%
Jahresnutzungsgrad	:	95,53	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Auf dem Dach ist eine Fotovoltaikanlage installiert. Das Dach ist vermietet.

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 84,7 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	25.876	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.437,45</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,56	ct/kWh
Installierte Leistung	:	ca. 20	kW
Nutzfläche	:	519	qm
Wärme Kennzahl	:	50	kWh/qm . a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede-Barbecke, Hauptstr. 38a
 Objekt-Nr. 10

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	1.284	kWh
Jahreskosten	:	<u>201,41</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	15,69	ct/kWh
Nutzfläche	: ca.	190	qm
Stromkennzahl	:	6,8	kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Barbecke, Hauptstr. 38a

Objekt-Nr. 10

Ist-Zustand

Kessel	:	1	
Fabrikat	:	Wolf	
Typ	:	GG-2 EK-18-S	
Baujahr	:	2002	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	18,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Flüssiggas	
Jahresenergieeinsatz	:	11.940,00	kWh
Abgastemperatur	:	169,00	°C
Ansaugtemperatur	:	31,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	7,80	%
Abgasverluste	:	1,44	kW
	:	8,00	%
Brennerlaufzeit	:	651,68	h/a
Strahlungsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Feuerungswirkungsgrad	:	92,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	91,80	%
Jahresnutzungsgrad	:	90,19	%

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 86,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	11.940	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>629,87</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,28	ct/kWh
Installierte Leistung	:	18	kW
Nutzfläche	:	ca. 190	qm
Wärmekennzahl	:	63	kWh/qm . a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker/Putz
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz, Zustand schlecht Kunststoff, Zustand gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

SPORTHEIM

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Barbecke, Reppnerstr. 5

Objekt-Nr. 11

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 1.353 kWh

Jahreskosten : 236,77 €/a

Durchschnittspreis : 17,5 ct/kWh

Nutzfläche : 563 qm

Stromkennzahl : 2,4 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

SPORTHEIM

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Barbecke, Reppnerstr. 5

Objekt-Nr. 11

Ist-Zustand

Kessel	:	1	
Fabrikat	:	Vaillant	
Typ	:	VKS 41/1 EU	
Baujahr	:	1990	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	41,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	34.273,00	kWh
Abgastemperatur	:	118,00	°C
Ansaugtemperatur	:	21,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	13,00	%
Abgasverluste	:	3,69	kW
	:	9,00	%
Brennerlaufzeit	:	796,11	h/a
Strahlungsverluste	:	0,08	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,12	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	91,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	90,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	86,19	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Verticell

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Vaillant
Typ	:	VRC-CB
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 32-40
Leistung	:	30/65/80 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Zirkulationspumpe</i>
Fabrikat	:	Brötje
Typ	:	CP 43
Leistung	:	55/72/99 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 83,4 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	34.273	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.788,34</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,22	ct/kWh
Installierte Leistung	:	41	kW
Nutzfläche	:	563	qm
Wärmekennzahl	:	61	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe

Der Betrieb von Brauchwasserzirkulationspumpen erfordert elektrische Antriebsenergie. Zusätzlich entstehen Verluste durch den Transport im Rohrnetz. Durch die bedarfsgerechte Steuerung ergibt sich folgendes Einsparungspotenzial.

<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum</i>
Fabrikat	:	Brötje
Typ	:	CP 43
Leistung	:	72 W
Betriebsweise	:	ungeregelt
Empfehlung	:	Zeitregelung über Uhr

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	288	kWh/a
	=	50,40	€/a
<i>thermisch</i>	:	2.850	kWh/a
	=	148,77	€/a

Gesamteinsparung	:		<u>199,17</u>	€/a
Investition	:	ca.	150,00	€

Hydraulischer Abgleich/Einsatz einer drehzahlgeregelten Umwälzpumpe

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Der hydraulische Abgleich kann an den Rücklaufverschraubungen vorgenommen werden.

Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:		420	kWh/a
	=		73,58	€/a
<i>thermisch</i>	:		3.085	kWh/a
	=		161,01	€/a
Gesamteinsparung	:		<u>234,59</u>	€/a
Investition	:	ca.	650,00	€

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

KINDERGARTEN

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Barbecke, Am Schulberg 2a

Objekt-Nr. 12

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 2.385 kWh

Jahreskosten : 439,24 €/a

Durchschnittspreis : 18,42 ct/kWh

Nutzfläche : 370 qm

Stromkennzahl : 6,4 kWh/qm·a

Beim Hauptstromverbraucher, der Beleuchtung, gelangen energiesparende Alurasterleuchten mit T5-Leuchtstofflampen und elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

KINDERGARTEN

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Barbecke, Am Schulberg 2a

Objekt-Nr. 12

Ist-Zustand

Kessel	:	1	
Fabrikat	:	SBS	
Typ	:	Cm 43	
Baujahr	:	1997	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	49,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brenner	:	Körting	
Typ	:	Jet 4,5	
Brennstoff	:	Heizöl "EL"	
Leistungsbereich	:	1,3 - 4,5	kg/h
Jahresenergieeinsatz	:	40.700,00	kWh
Abgastemperatur	:	148,00	°C
Ansaugtemperatur	:	19,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	4,20	%
Abgasverluste	:	2,94	kW
	:	6,00	%
Brennerlaufzeit	:	813,61	h/a
Strahlungsverluste	:	0,05	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,10	kW
	:	0,20	%

Feuerungswirkungsgrad	:	94,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	93,70	%
Jahresnutzungsgrad	:	91,78	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	SBS Combi
Typ	:	Uno 11 WN
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-E 25/1-6
Leistung	:	36 - 99 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 84,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	40.700	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>2.238,50</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,5	ct/kWh
Installierte Leistung	:	49	kW
Nutzfläche	:	370	qm
Wärmekennzahl	:	110	kWh/qm . a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker/Fachwerk/Holz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	teilunterkellert
Kellerdämmung	:	vorhanden

SPORTANLAGE/VEREINSHEIM

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Zum Sportpark 3

Objekt-Nr. 13

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 1.353 kWh

Jahreskosten : 253,01 €/a

Durchschnittspreis : 18,7 ct/kWh

Nutzfläche : 533 qm

Stromkennzahl : 3,0 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

SPORTANLAGE/VEREINSHEIM

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Zum Sportpark 3

Objekt-Nr. 13

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Rapido	
Baujahr	:	2004	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	93,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	34.274,00	kWh
Abgastemperatur	:	137,00	°C
Ansaugtemperatur	:	18,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	6,80	%
Abgasverluste	:	6,51	kW
	:	7,00	%
Brennerlaufzeit	:	350,15	h/a
Strahlungsverluste	:	0,09	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,19	kW
	:	0,20	%
Feuerungswirkungsgrad	:	93,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	92,70	%
Jahresnutzungsgrad	:	88,07	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

2 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Delphis
Typ	:	Therm

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Rapidomatic
Typ	:	TZ 2.3.3 SV
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Wohnung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	RS 25/2
Leistung	:	18/31/48 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Gaststätte</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	RS 25/2
Leistung	:	18/31/48 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Tennisverein</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	RS 25/2
Leistung	:	18/31/48 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 25/6
Leistung	:	60/74/99 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 86,3 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	34.274	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.850,79</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,4	ct/kWh
Installierte Leistung	:	93	kW
Nutzfläche	:	533	qm
Wärmekennzahl	:	64	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

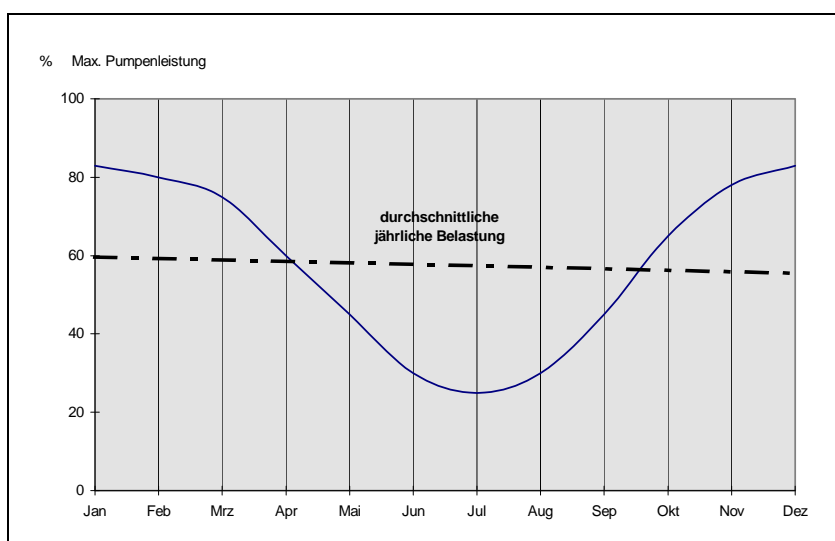
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Vollast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nicht vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpen gegen drehzahlgeregelte Pumpen.

Einsparung	:	757 kWh/a
		<u>141,56 €/a</u>
Investition	:	ca. 900,00 €

Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe

Der Betrieb von Brauchwasserzirkulationspumpen erfordert elektrische Antriebsenergie. Zusätzlich entstehen Verluste durch den Transport im Rohrnetz. Durch die bedarfsgerechte Steuerung ergibt sich folgendes Einsparungspotenzial.

<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 25/6
Leistung	:	60 W
Betriebsweise	:	ungeregelt
Empfehlung	:	Zeitsteuerung über Uhr

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	240 kWh/a
	=	44,88 €/a
<i>thermisch</i>	:	2.890 kWh/a
	=	156,06 €/a
Gesamteinsparung	:	<u>200,94 €/a</u>
Investition	:	ca. 150,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Pulldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

KINDERGARTEN

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Osterriehe 17
 Objekt-Nr. 14

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	8.745	kWh
Jahreskosten	:	<u>1.365,60</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	15,62	ct/kWh
Nutzfläche	:	444	qm
Stromkennzahl	:	19,7	kWh/qm·a

Es soll 2010 ein Anbau dazu kommen. Beim Hauptstromverbrauch, der Beleuchtung, gelangen energiesparende Alurasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

KINDERGARTEN

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Osterriehe 17

Objekt-Nr. 14

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	1998	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	ca. 35,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	38.924,00	kWh
Abgastemperatur	:	69,00	°C
Ansaugtemperatur	:	19,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	11,40	%
Abgasverluste	:	1,02	kW
	:	2,90	%
Brennerlaufzeit	:	1.073,68	h/a
Strahlungsverluste	:	0,07	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,11	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	97,10	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,60	%
Jahresnutzungsgrad	:	93,26	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher à 300 Liter
 Fabrikat : SBT

Regelung:

Regelkreis : *Statische Heizung*
 Fabrikat : Viessmann
 Typ : Dekamatik-E
 Heizphasen : Mo. bis Fr. 04.00 - 15.00 Uhr

Heizungsumwälzpumpen:

Bereich : *Statische Heizung*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : RS 40/100r
 Leistung : 98/110/141/170 W
 Betriebsweise : ungeregelt

Zirkulationspumpe:

Fabrikat : Grundfos
 Typ : UP 20-15 N
 Leistung : 75 W
 Betriebsweise : ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 85,1 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	38.924	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>2.071,49</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,32	ct/kWh
Installierte Leistung	:	ca. 35	kW
Nutzfläche	:	444	qm
Wärme Kennzahl	:	88	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

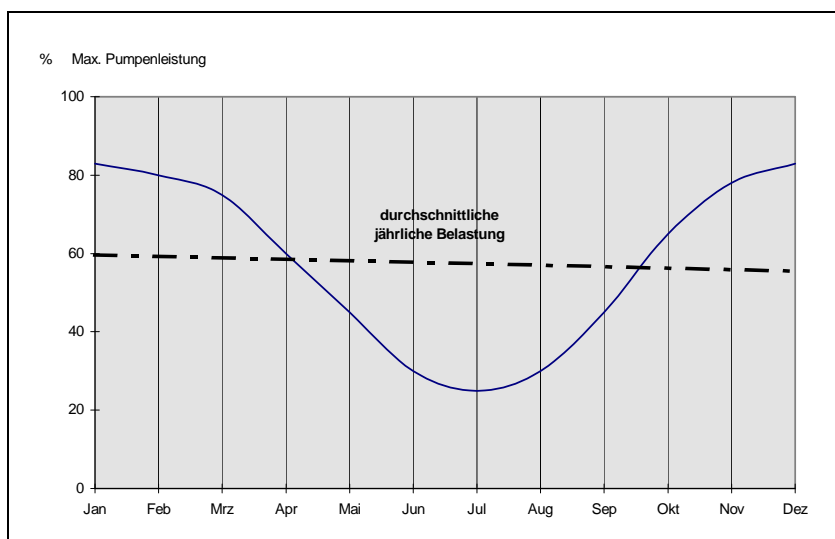
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Vollast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nicht vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpe gegen eine elektronisch geregelte Pumpe.

Einsparung	:	532 kWh/a
		<u>83,17 €/a</u>

Investition	:	ca. 400,00 €
-------------	---	--------------

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Der hydraulische Abgleich kann durch neue Ventile erzielt werden.

Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	350	kWh/a
	=	54,73	€/a
<i>thermisch</i>	:	3.503	kWh/a
	=	186,37	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>241,10</u>	€/a
Investition	:	ca. 1.500,00	€

Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe

Der Betrieb von Brauchwasserzirkulationspumpen erfordert elektrische Antriebsenergie. Zusätzlich entstehen Verluste durch den Transport im Rohrnetz. Durch die bedarfsgerechte Steuerung ergibt sich folgendes Einsparungspotenzial.

<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UP 20-15 N
Leistung	:	75 W
Betriebsweise	:	durchgehend
Empfehlung	:	Zeitsteuerung über Uhr

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	300	kWh/a
	=	46,86	€/a
<i>thermisch</i>	:	2.760	kWh/a
	=	146,83	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>193,69</u>	€/a
Investition	:	ca. 150,00	€

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Flachdach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Holzverkleidung
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	unterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Anmerkung	:	Objekt wurde kompetent saniert

GRUNDSCHULE UND TURNHALLE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Lebenstedter Str. 7

Objekt-Nr. 15

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 22.383 kWh

Jahreskosten : 3.504,29 €/a

Durchschnittspreis : 15,66 ct/kWh

Nutzfläche : 2.493 qm

Stromkennzahl : 9 kWh/qm·a

Die Beleuchtungsanlage, der Hauptstromverbraucher, wurde erneuert. Es gelangen T5-Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Wiesenweg 8

Objekt-Nr. 16

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 2.652 kWh

Jahreskosten : 441,66 €/a

Durchschnittspreis : 16,65 ct/kWh

Nutzfläche : 252 qm

Stromkennzahl : 11 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

GRUNDSCHULE, TURNHALLE UND FEUERWEHRGERÄTEHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Lebenstedter Str. 7/
Wiesenweg 8

Objekt-Nr. 15 + 16

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	2002	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	200,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	279.342,00	kWh
Abgastemperatur	:	62,00	°C
Ansaugtemperatur	:	22,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	12,00	%
Abgasverluste	:	6,20	kW
	:	3,10	%
Brennerlaufzeit	:	1.374,55	h/a
Strahlungsverluste	:	0,20	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,40	kW
	:	0,20	%

Feuerungswirkungsgrad	:	96,90	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,60	%
Jahresnutzungsgrad	:	95,07	%

Brauchwasserbereitung:

Standort: Heizraum

1 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logano SU 500

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Honeywell
Typ	:	Excel 50
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Speicher</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Stratos 30/1-8
Leistung	:	9 - 130 W
Betriebsweise	:	geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Feuerwehr</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Top-E 25/1-7
Leistung	:	30 - 200 W
Betriebsweise	:	geregelt

Bereich : *Kindergarten*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : MOT-E 30/1-7
 Leistung : 30 - 200 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereich : *Turnhalle*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 40/1-10
 Leistung : 25 - 625 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereich : *Schule*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 40/1-10
 Leistung : 25 - 625 W
 Betriebsweise : geregelt

Bereich : *Neubau*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : Top-E 25/1-7
 Leistung : 30 - 200 W
 Betriebsweise : geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 90,31 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	279.342	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>14.980,22</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,36	ct/kWh
Installierte Leistung	:	200	kW
Nutzfläche	:	2.493	qm
Wärme Kennzahl	:	112	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz einer Klein-BHKW-Anlage

Für dieses Objekt bietet sich bei der vorhandenen Energieverbrauchsstruktur der Einsatz einer Klein-BHKW-Anlage an. Die erzeugte Wärme wird direkt in das Heizungsnetz eingespeist.

Der beim Betrieb des Blockheizkraftwerkes erzeugte Strom dient überwiegend zur Deckung des eigenen Bedarfs. Überschüssiger Strom wird ins Netz des EVU eingespeist und vergütet.

Nach der Auswertung der vorhandenen Verbraucherzahlen (Strom und Wärme) ergibt sich als optimale Modulgröße für das Blockheizkraftwerk eine elektrische Leistung von 5,5 kW.

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeleistung	14,8 kW
Stromleistung	5,5 kW
Brennstoffleistung	22,8 kW
Laufzeit	6.000 h/a
Kesselwirkungsgrad	0,9
Wärmepreis	0,0536 €/kWh
Strompreis	0,1566 €/kWh
Steuerreduzierung Gas	0,0055 €/kWh
Reduzierter Gaspreis	0,0481 €/kWh
Einspeisevergütung	0,1312 €/kWh
KWK-Vergütung	0,0511 €/kWh
Wartungskosten	0,0380 €/kWh _{el}
Stromerzeugung	33.000 kWh/a
Eigenverbrauch	40 %
	13.200 kWh/a
Einspeisung	60 %
	19.800 kWh/a

Gewinn:

Wärmeerzeugung	88.800 kWh/a
	5.843,83 €/a
Stromeigenverbrauch	13.200 kWh/a
	2.741,64 €/a
Stromeinspeisung	19.800 kWh/a
	2.597,76 €/a
Summe	11.183,23 €/a

Kosten:

Brennstoffeinsatz	136.800 kWh/a
	6.580,08 €/a
Wartungskosten	1.254,00 €/a
Summe	7.834,08 €/a

Einsparung statisch 3.349,15 €/a

Investition 25.000,00 €

Amortisation (statisch) 7,46 Jahre

Bauphysikalische Grobanalyse**Grundschule:**

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	teilweise vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

Sporthalle:

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

Feuerwehr:

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Metall
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

WOHNHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Rosenhagen 8

Objekt-Nr. 17

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 527 kWh

Jahreskosten : 152,54 €/a

Durchschnittspreis : 28,94 ct/kWh

Nutzfläche : 453 qm

Stromkennzahl : 1,2 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

WOHNHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Rosenhagen 8

Objekt-Nr. 17

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	6224 E	
Baujahr	:	1989	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	56,00 - 64,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Energieart	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	104.197,00	kWh
Abgastemperatur	:	83,00	°C
Ansaugtemperatur	:	21,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	13,40	%
Abgasverluste	:	3,84	kW
	:	6,00	%
Brennerlaufzeit	:	1.577,80	h/a
Strahlungsverluste	:	0,19	kW
	:	0,30	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,26	kW
	:	0,40	%

Feuerungswirkungsgrad	:	94,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	93,30	%
Jahresnutzungsgrad	:	90,42	%

Brauchwasserbereitung:

Standort: Heizraum

1 Speicher	à	150 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	TBS Isocal

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Ecomatic
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-E 30/1-5
Leistung	:	36 - 99 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 80,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	104.197	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>5.449,84</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,23	ct/kWh
Installierte Leistung	:	56 - 64	kW
Nutzfläche	:	453	qm
Wärmekennzahl	:	230	kWh/qm . a

SANIERUNGSVORSCHLAG

Austausch der Kesselanlage

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1989 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Aufgrund des Alters der Kesselanlage und des Zustands ist eine Kesselsanierung zu empfehlen.

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.	=	15.630	kWh/a
		<u>817,42</u>	€/a

Die Investition beträgt ca.		15.000,00	€
-----------------------------	--	-----------	---

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker/Putz/Fachwerk
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	teilunterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Lager

JUGENDZENTRUM

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Am Bahnhof 40

Objekt-Nr. 18

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 6.862 kWh

Jahreskosten : 1.106,81 €/a

Durchschnittspreis : 16,13 ct/kWh

Nutzfläche : 490 qm

Stromkennzahl : 14 kWh/qm·a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen

Die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden. Durch diese Maßnahme werden Kostenentlastungen in den Bereichen Energieverbrauch sowie Unterhaltungsaufwendungen (aufgrund der höheren Lebensdauer) erzielt.

Wir empfehlen daher, eine Umrüstung im Büro vorzunehmen.

IST-ZUSTAND

ca.	3 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>76 W</u>
	<i>Summe (:1.000)</i>		=		0,456 kW

SOLL-ZUSTAND

Die vorhandenen Leuchtstofflampen, Starter und alten Vorschaltgeräte sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden.

Es ergibt sich folgendes Bild:

ca.	3 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>38 W</u>
	<i>Summe (:1.000)</i>		=		0,228 kW

Energieersparnis	:	342	kWh/a
	=	55,16	€/a
Ersparnis Unterhaltungskosten	:	11,40	€/a
Gesamteinsparung	=	<u>66,56</u>	€/a
Investition	:	ca.	165,00 €

JUGENDZENTRUM

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Am Bahnhof 40

Objekt-Nr. 18

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Vaillant	
Typ	:	VKS 41 EU	
Baujahr	:	1992	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	36,00 - 41,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	34.976,00	kWh
Abgastemperatur	:	106,00	°C
Ansaugtemperatur	:	23,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	9,20	%
Abgasverluste	:	2,05	kW
	:	5,00	%
Brennerlaufzeit	:	824,80	h/a
Strahlungsverluste	:	0,08	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,12	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	95,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	94,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	91,37	%

Brauchwasserbereitung:

Die Brauchwasserbereitung erfolgt elektrisch.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Vaillant
Typ	:	VRC-CB
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 32-80
Leistung	:	140/220/250 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 82,9 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	34.976	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.798,05</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,14	ct/kWh
Installierte Leistung	:	36 - 41	kW
Nutzfläche	:	490	qm
Wärme Kennzahl	:	71	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz von Spezialthermostatventilen

Häufig wird die Auffassung vertreten, dass bei einer optimal funktionierenden Außensteuerung dezentrale Maßnahmen vernachlässigt werden können. Diese Auffassung ist nicht richtig, da einerseits auch innerhalb eines Regelkreises die Steuerung nach dem kältesten Punkt ausgerichtet werden muss und andererseits auch innerhalb eines Regelkreises unterschiedliche Bedürfnisse gegeben sind.

Zum Beispiel: Bürraum : 20° C
 Flure : 15° C
 Archivraum : 10° C

u.s.w.

Des Weiteren kann die Außensteuerung dezentrale Einflüsse, wie z.B. Abstrahlung von Maschinen oder Lampen, Körperwärme, partielle Sonneneinstrahlung usw. nicht erfassen.

Die handelsüblichen Thermostatventile leisten hier, insbesondere in öffentlichen Einrichtungen, selten Abhilfe, da sie zumeist nicht sachgerecht gehandhabt werden.

Die Überheizung der Räume kann durch eine Sollwertbegrenzung auf Maximaltemperaturen nach DIN EN 12831 oder durch Spezial-Thermostatventile mit Sonderbedruckung korrigiert werden.

Durch die Sonderbedruckung entsteht der Eindruck, dass der Benutzer die Raumtemperatur frei wählen kann. Ein zusätzlicher Vorteil besteht in der hohen Stabilität.

Durch die Sollwerteingrenzung wird gewährleistet, dass die von Ihnen vorgegebenen Maximaltemperaturen nur unterschritten, jedoch keinesfalls überschritten werden können.

Die Untersuchung vor Ort ergibt folgendes Einsparungspotenzial:

Ist-Zustand	:	mechanische Heizkörperventile
Anzahl	:	11 Stück
Empfehlung	:	Austausch gegen Spezial-Thermostatventile mit Sonderbedruckung und Sollwertbegrenzung
Einsparung	:	4.197 kWh/a <u>215,73 €/a</u>
Investition	:	ca. 330,00 €

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

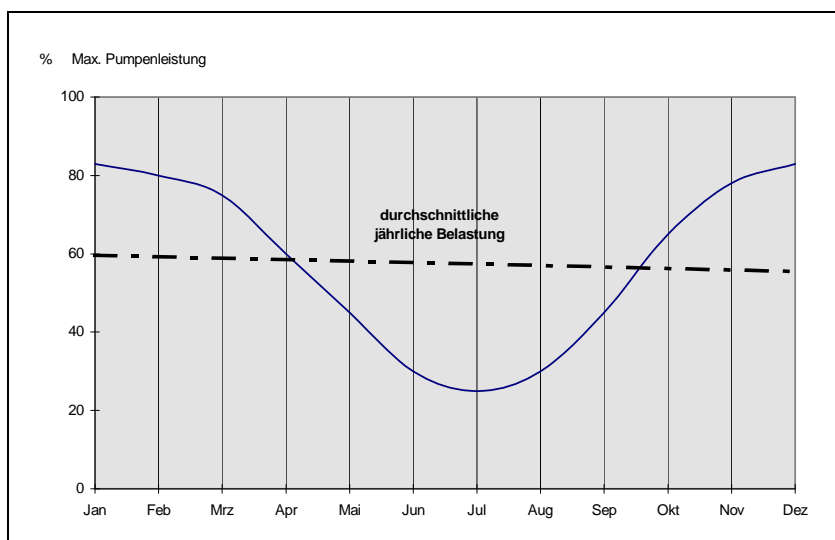
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Volllast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nicht vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpe gegen eine elektronisch geregelte Pumpe.

Einsparung	:	972 kWh/a
		<u>156,78 €/a</u>
Investition	: ca.	600,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	unterkellert
Kellerdämmung	:	nicht vorhanden
Kellernutzung	:	Lager

INDUSTRIEHALLE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3a
 Objekt-Nr. 19

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	25.000	kWh
Jahreskosten	:	<u>4.212,50</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	16,85	ct/kWh
Nutzfläche	:	648	qm
Stromkennzahl	:	38,5	kWh/qm·a

Die Industriehalle befindet sich im Eigentum der Gemeinde. Die Halle ist an eine Firma vermietet. Die Kosten werden von der Firma gezahlt.

Da Verbrauch und Kosten nicht vorliegen, wurden die Werte überschlägig ermittelt.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

INDUSTRIEHALLE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3a

Objekt-Nr. 19

Ist-Zustand

Kessel	:	Büro	
Fabrikat	:	Reznor	
Typ	:	ML 1511	
Baujahr	:	1997	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	11,36	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brenner	:	C.3.2 Gerät	
Typ	:	Turbo	
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	35.000,00	kWh
Abgastemperatur	:	105,00	°C
Ansaugtemperatur	:	25,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	9,30	%
Abgasverluste	:	0,57	kW
	:	5,00	%
Brennerlaufzeit	:	3.063,90	h/a
Strahlungsverluste	:	0,01	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02	kW
	:	0,20	%

Feuerungswirkungsgrad	:	95,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	94,70	%
Jahresnutzungsgrad	:	94,17	%

Kessel	:	Halle	
Fabrikat	:	Reznor	
Typ	:	Euro-T 2056 E	
Baujahr	:	1997	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	51,90	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brenner	:	C.3.2 Gerät	
Typ	:	Turbo	
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	35.000,00	kWh
Abgastemperatur	:	117,00	°C
Ansaugtemperatur	:	24,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	11,40	%
Abgasverluste	:	3,63	kW
	:	7,00	%
Brennerlaufzeit	:	650,04	h/a
Strahlungsverluste	:	0,05	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,10	kW
	:	0,20	%
Feuerungswirkungsgrad	:	93,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	92,70	%
Jahresnutzungsgrad	:	89,36	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	120 Liter
Fabrikat	:	Vaillant

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Vaillant
Typ	:	Therme
Heizphasen	:	nach Belegung

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 84,6 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	70.000	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>2.800,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,4	ct/kWh
Installierte Leistung	:	63,26	kW
Nutzfläche	:	648	qm
Wärme Kennzahl	:	108	kWh/qm . a

Die Industriehalle befindet sich im Eigentum der Gemeinde. Die Halle ist an eine Firma vermietet. Die Kosten werden von der Firma gezahlt.

Da Verbrauch und Kosten nicht vorliegen, wurden die Werte überschlägig ermittelt.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Baujahr	:	1998
Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Industriebau
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

INDUSTRIEHALLE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3b

Objekt-Nr. 20

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	0	kWh
Jahreskosten	:	<u>0,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	0	ct/kWh
Nutzfläche	:	860	qm

Die Halle ist derzeit leerstehend.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

INDUSTRIEHALLE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3b

Objekt-Nr. 20

Ist-Zustand

Kessel	:		1
Fabrikat	:	Vaillant	
Typ	:	Gastherme	
Baujahr	:	1997	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	15,80	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brenner	:	Vaillant	
Brennstoff	:	Erdgas	
Abgastemperatur	:	143,00	°C
Ansaugtemperatur	:	20,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	12,40	%
Abgasverluste	:	1,26	kW
	:	8,00	%
Strahlungsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit		8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,03	kW
	:	0,20	%
Feuerungswirkungsgrad	:	92,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	91,70	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	150 Liter
Fabrikat	:	Vaillant

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Vaillant
Typ	:	Therme
Heizphasen	:	nicht in Betrieb

Härteöfen:

Fabrikat	:	Galai EK
Leistung	:	250 kW
Baujahr	:	1997
Abgasverlust	:	13 %

Sonderfeuerstätten:

Fabrikat	:	Eisenmann
Leistung	:	200 kW
Baujahr	:	1970
Abgasverlust	:	9 %

Fabrikat	:	Eisenmann
Leistung	:	250 kW
Baujahr	:	1970
Abgasverlust	:	12 %

Die Anlagen werden kurzfristig demontiert, da die Halle wieder anderweitig vermietet wird.

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	0	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>0,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	0	ct/kWh
Nutzfläche	:	860	qm

Die Halle ist derzeit leerstehend.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Industriebau
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

INDUSTRIEHALLE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3c

Objekt-Nr. 21

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 19.612 kWh

Jahreskosten : 3.334,04 €/a

Durchschnittspreis : 17,0 ct/kWh

Nutzfläche : 651 qm

Stromkennzahl : 30 kWh/qm·a

Die Industriehalle befindet sich im Eigentum der Gemeinde. Die Halle ist an eine Firma vermietet. Die Kosten werden von der Firma gezahlt.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen

Die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden. Durch diese Maßnahme werden Kostenentlastungen in den Bereichen Energieverbrauch sowie Unterhaltungsaufwendungen (aufgrund der höheren Lebensdauer) erzielt.

Wir empfehlen daher, eine Umrüstung in den Hallen vorzunehmen.

IST-ZUSTAND

ca. 30 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>76 W</u>
<i>Summe (:1.000)</i>		=		4,56 kW

SOLL-ZUSTAND

Die vorhandenen Leuchtstofflampen, Starter und alten Vorschaltgeräte sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden.

Es ergibt sich folgendes Bild:

ca. 30 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>38 W</u>
<i>Summe (:1.000)</i>		=		0,228 kW

Energieersparnis	:	2.736	kWh/a
	=	465,12	€/a
Ersparnis Unterhaltungskosten	:	90,00	€/a
Gesamteinsparung	=	<u>555,12</u>	€/a
Investition	:	ca. 1.800,00	€

INDUSTRIEHALLE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Marie-Curie-Str. 3c

Objekt-Nr. 21

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	2 x Atag	
Typ	:	HR 5008	
Baujahr	:	1999	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	2 x 58,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brenner	:	ATAG	
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	60.000,00	kWh
Abgastemperatur	:	43,40	°C
Ansaugtemperatur	:	16,70	°C
Sauerstoffgehalt	:	4,40	%
Kohlendioxide	:	9,80	%
Abgasverluste	:	2,09	kW
	:	1,80	%
Brennerlaufzeit	:	500,72	h/a
Strahlungsverluste	:	0,12	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,12	kW
	:	0,10	%

Feuerungswirkungsgrad	:	98,20	%
Kesselwirkungsgrad	:	98,00	%
Jahresnutzungsgrad	:	94,87	%

Brauchwasserbereitung:

Standort: Heizraum

1 Speicher	à	150 Liter
Fabrikat	:	ATAG

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 32-80
Leistung	:	145/220/ <u>245</u> W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 25-45
Leistung	:	45 - 100 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 83,9 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	60.000	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>3.240,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,4	ct/kWh
Installierte Leistung	:	116,0	kW
Nutzfläche	:	651	qm
Wärme Kennzahl	:	92	kWh/qm . a

Die Industriehalle befindet sich im Eigentum der Gemeinde. Die Halle ist an eine Firma vermietet. Die Kosten werden von der Firma gezahlt.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

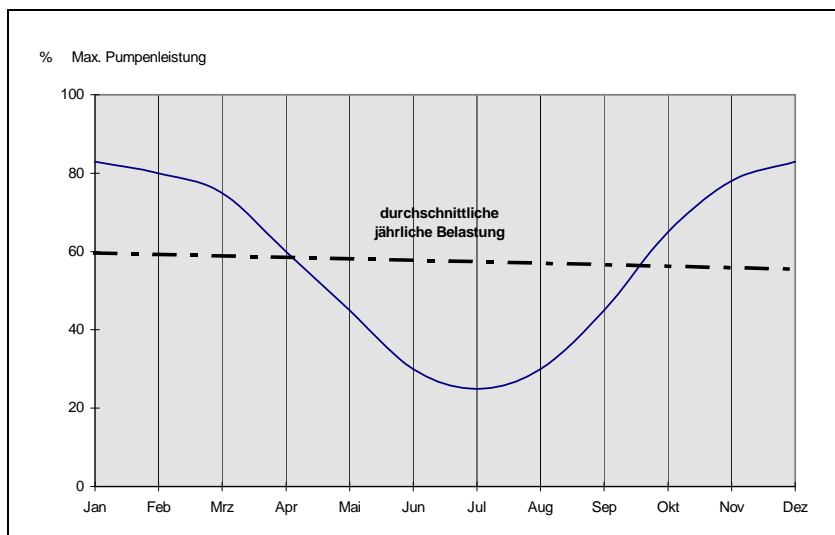
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Volllast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nur zum Teil vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpen gegen elektronisch geregelte Pumpen.

Einsparung	:	1.287 kWh/a
		<u>218,91 €/a</u>

Investition	:	ca.	700,00 €
-------------	---	-----	----------

Bauphysikalische Grobanalyse

Baujahr	:	1999
Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Industriebau
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

HALLE FIRMA LEHNERING

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Ellen-Richards-Str. 8

Objekt-Nr. 22

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 27.000 kWh

Jahreskosten : 5.451,30 €/a

Durchschnittspreis : 20,19 ct/kWh

Nutzfläche : 2.556 qm

Stromkennzahl : 11 kWh/qm·a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Installation eines Bewegungsmelders für die hintere Halle

Die hintere Halle wird am Tag nur 2 bis 3 Mal genutzt. Wir empfehlen daher, für die Beleuchtungsanlage Bewegungsmelder zu installieren.

Die jährliche Ersparnis beträgt

1.520 kWh, entsprechend

306,89 €.

Die Investition für die Bewegungsmelder beträgt ca. 500,00 €.

Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen

Die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden. Durch diese Maßnahme werden Kostenentlastungen in den Bereichen Energieverbrauch sowie Unterhaltungsaufwendungen (aufgrund der höheren Lebensdauer) erzielt.

Wir empfehlen daher, eine Umrüstung im Bereich Werkstatt vorzunehmen.

IST-ZUSTAND

ca. 12 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>76 W</u>
<i>Summe (:1.000)</i>		=		1,824 kW

SOLL-ZUSTAND

Die vorhandenen Leuchtstofflampen, Starter und alten Vorschaltgeräte sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden.

Es ergibt sich folgendes Bild:

ca. 12 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>38 W</u>
<i>Summe (:1.000)</i>		=		0,912 kW

Energieersparnis	:	1.368	kWh/a
	=	276,20	€/a
Ersparnis Unterhaltungskosten	:	45,60	€/a
Gesamteinsparung	=	<u>321,80</u>	<u>€/a</u>
Investition	:	ca. 720,00	€

HALLE FIRMA LEHNERING

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Ellen-Richards-Str. 8

Objekt-Nr. 22

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	G 324 L	
Baujahr	:	1993	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	139,10	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	19.000,00	kWh
Abgastemperatur	:	124,00	°C
Ansaugtemperatur	:	26,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	10,30	%
Abgasverluste	:	9,74	kW
	:	7,00	%
Brennerlaufzeit	:	93,26	h/a
Strahlungsverluste	:	0,28	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,42	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	93,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	92,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	63,15	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher à 200 Liter
 Fabrikat : Wikora

Regelung:

Regelkreis : *Statische Heizung*
 Fabrikat : Buderus
 Typ : Ecomatic
 Heizphasen : nach Belegung

Heizungsumwälzpumpe:

Bereich : *Statische Heizung*
 Fabrikat : Wilo
 Typ : RS 80/100r
 Leistung : 360/380/410/440 W
 Betriebsweise : ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 83,6 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	19.000	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.521,90</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	8,01	ct/kWh
Installierte Leistung	:	139,1	kW
Nutzfläche	:	2.556	qm
Wärme Kennzahl	:	7,4	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz einer drehzahlgeregelten Umwälzpumpe

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

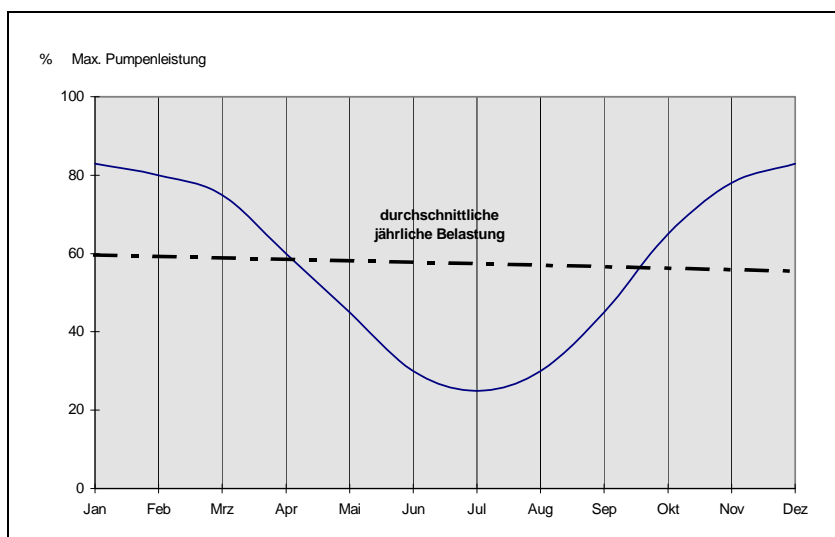
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Vollast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nicht vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpe gegen eine elektronisch geregelte Pumpe.

Einsparung	:	2.313 kWh/a
		<u>466,99 €/a</u>

Investition	:	ca.	1.200,00 €
-------------	---	-----	------------

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Flachdach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Industriebau
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

NATURBAD/SOZIALGEBÄUDE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Zum Sportpark 3
 Objekt-Nr. 23

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	63.446	kWh
davon			
Tag-Wirkarbeit	:	34.323	kWh
		54	%
davon			
Nacht-Wirkarbeit	:	29.123	kWh
		46	%
Jahreskosten	:	<u>10.647,37</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	16,78	ct/kWh
Nutzfläche	:	287	qm
Stromkennzahl	:	221	kWh/qm·a

Hauptenergieverbraucher sind die Umwälzpumpen. Diese müssen durchgehend in Betrieb sein, damit keine Algenbildung entsteht.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

NATURBAD/SOZIALGEBÄUDE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Broistedt, Zum Sportpark 3

Objekt-Nr. 23

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	GB 122	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	24,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	37.200,00	kWh
Abgastemperatur	:	58,00	°C
Ansaugtemperatur	:	17,00	°C
Abgasverluste	:	0,43	kW
	:	1,80	%
Brennerlaufzeit	:	1.540,12	h/a
Strahlungsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Feuerungswirkungsgrad	:	98,20	%
Kesselwirkungsgrad	:	98,00	%
Jahresnutzungsgrad	:	97,38	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logalux

Es ist eine thermische Solaranlage vorhanden.

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logamatic
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Buderus
Betriebsweise	:	drehzahl geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 88,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	37.200	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>2.008,80</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,4	ct/kWh
Installierte Leistung	:	93	kW
Nutzfläche	:	287	qm

Da Verbrauch und Kosten nicht vorliegen, wurden die Werte überschlägig ermittelt.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Pult-/Pyramidendach
Dachdämmung	:	vorhanden
Fassade	:	Kalksandstein/Holzverkleidung
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

GRUNDSCHULE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Breite Str. 27

Objekt-Nr. 24

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 24.035 kWh

Jahreskosten : 3.626,30 €/a

Durchschnittspreis : 15,09 ct/kWh

Nutzfläche : 2.931 qm

Stromkennzahl : 8,2 kWh/qm·a

Die Beleuchtungsanlage, der Hauptstromverbraucher, wurde erneuert. Es gelangen Spiegelrasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

GRUNDSCHULE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Breite Str. 27

Objekt-Nr. 24

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	2004	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	ca. 160,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	192.404,00	kWh
Abgastemperatur	:	69,00	°C
Ansaugtemperatur	:	18,00	°C
Abgasverluste	:	5,12	kW
	:	3,20	%
Brennerlaufzeit	:	1.179,78	h/a
Strahlungsverluste	:	0,16	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,32	kW
	:	0,20	%
Feuerungswirkungsgrad	:	96,80	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	94,68	%

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 85,3 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	192.404	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>9.740,08</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,06	ct/kWh
Installierte Leistung	:	ca. 160	kW
Nutzfläche	:	2.931	qm
Wärmekennzahl	:	66	kWh/qm . a

Wir verweisen bezüglich der Einsparungsmöglichkeiten auch auf die Extrastudie.

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Einsatz einer Klein-BHKW-Anlage

Für die Schule bietet sich bei der vorhandenen Energieverbrauchsstruktur der Einsatz einer Klein-BHKW-Anlage an. Die erzeugte Wärme wird direkt in das Heizungsnetz eingespeist.

Der beim Betrieb des Blockheizkraftwerkes erzeugte Strom dient überwiegend zur Deckung des eigenen Bedarfs. Überschüssiger Strom wird ins Netz des EVU eingespeist und vergütet.

Nach der Auswertung der vorhandenen Verbraucherzahlen (Strom und Wärme) ergibt sich als optimale Modulgröße für das Blockheizkraftwerk eine elektrische Leistung von 5,5 kW.

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeleistung	14,8	kW
Stromleistung	5,5	kW
Brennstoffleistung	22,8	kW
Laufzeit	6.000	h/a
Kesselwirkungsgrad	0,9	

Wärmepreis	0,0506 €/kWh
Strompreis	0,1509 €/kWh
Steuerreduzierung Gas	0,0055 €/kWh
Reduzierter Gaspreis	0,0451 €/kWh
Einspeisevergütung	0,1312 €/kWh
KWK-Vergütung	0,0511 €/kWh
Wartungskosten	0,0380 €/kWh _{el}
Stromerzeugung	33.000 kWh/a
Eigenverbrauch	40 %
	13.200 kWh/a
Einspeisung	60 %
	19.800 kWh/a

Gewinn:

Wärmeerzeugung	88.800 kWh/a
	5.516,75 €/a
Stromeigenverbrauch	13.200 kWh/a
	2.666,40 €/a
Stromeinspeisung	19.800 kWh/a
	2.597,76 €/a
Summe	10.780,91 €/a

Kosten:

Brennstoffeinsatz	136.800 kWh/a
	6.169,68 €/a
Wartungskosten	1.254,00 €/a
Summe	7.423,68 €/a

Einsparung statisch 3.357,23 €/a

Investition 25.000,00 €

Amortisation (statisch) 7,45 Jahre

KINDERGARTEN

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Rostocker Str. 8

Objekt-Nr. 25

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 6.784 kWh

Jahreskosten : 1.068,34 €/a

Durchschnittspreis : 15,75 ct/kWh

Nutzfläche : 677 qm

Stromkennzahl : 10 kWh/qm·a

Beim Hauptstromverbraucher, der Beleuchtung, gelangen Spiegel-rasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten zum Einsatz.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

KINDERGARTEN

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Rostocker Str. 8

Objekt-Nr. 25

Ist-Zustand

Kessel	:		I
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	G 224 L/50-6A	
Baujahr	:	1991	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	50,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brenner	:	Buderus	
Typ	:	G 224 L/50-6 A	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	55,0 kW	
Jahresenergieeinsatz	:	85.913,00	kWh
Abgastemperatur	:	88,00	°C
Ansaugtemperatur	:	19,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	12,50	%
Abgasverluste	:	3,00	kW
	:	6,00	%
Brennerlaufzeit	:	1.682,87	h/a
Strahlungsverluste	:	0,10	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,15	kW
	:	0,30	%

Feuerungswirkungsgrad	:	94,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	93,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	91,57	%

Brauchwasserbereitung:

Standort: Heizraum

1 Speicher	à	200 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	TBS-Isocal

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Ecomatic
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpe:

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	Alpha
Leistung	:	25 - 80 W
Betriebsweise	:	geregelt

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 25/2
Leistung	:	46 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 84,1 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	85.913	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>4.467,83</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,2	ct/kWh
Installierte Leistung	:	50	kW
Nutzfläche	:	677	qm
Wärme Kennzahl	:	127	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Steuerung der Brauchwasserzirkulationspumpe

Der Betrieb von Brauchwasserzirkulationspumpen erfordert elektrische Antriebsenergie. Zusätzlich entstehen Verluste durch den Transport im Rohrnetz. Durch die bedarfsgerechte Steuerung ergibt sich folgendes Einsparungspotenzial.

<i>Standort</i>	:	<i>Heizraum</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-Z 25/2
Leistung	:	46 W
Betriebsweise	:	ungeregelt
Empfehlung	:	Zeitsteuerung über Uhr

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	184	kWh/a
	=	28,98	€/a
<i>thermisch</i>	:	2.680	kWh/a
	=	139,36	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>168,34</u>	€/a
Investition	:	ca. 150,00	€

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Der hydraulische Abgleich kann an den Rücklaufverschraubungen vorgenommen werden.

Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Einsparung	:	7.732 kWh/a
		<u>402,07 €/a</u>
Investition	: ca.	750,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Flachdach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestr. 8

Objekt-Nr. 26

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 1.610 kWh

Jahreskosten : 281,50 €/a

Durchschnittspreis : 17,48 ct/kWh

Nutzfläche : 216 qm

Stromkennzahl : 7,5 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

FEUERWEHRGERÄTEHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestr. 8

Objekt-Nr. 26

Ist-Zustand

Kessel	:		I
Fabrikat	:	Vaillant	
Typ	:	VC 182 E	
Baujahr	:	1987	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	18,00	kW
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Brenner	:	Vaillant	
Typ	:	VC 182 E	
Brennstoff	:	Erdgas	
Leistungsbereich	:	20,9 kW	
Jahresenergieeinsatz	:	15.362,00	kWh
Abgastemperatur	:	156,00	°C
Ansaugtemperatur	:	38,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	10,90	%
Abgasverluste	:	1,62	kW
	:	9,00	%
Brennerlaufzeit	:	836,51	h/a
Strahlungsverluste	:	0,02	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	6.480,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,04	kW
	:	0,20	%

Feuerungswirkungsgrad	:	91,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	90,70	%
Jahresnutzungsgrad	:	88,90	%

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 81,7 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	15.362	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>859,90</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,6	ct/kWh
Installierte Leistung	:	18	kW
Nutzfläche	:	216	qm
Wärme Kennzahl	:	71	kWh/qm . a

SANIERUNGSVORSCHLAG

Austausch der Kesselanlage

Unsere Untersuchungen und Berechnungen zeigen, dass durch die Installation eines neuen Wärmeerzeugers eine wesentliche Verbesserung erreicht werden kann.

Durch die Modernisierung der Heizungsanlage wird der Brennstoffverbrauch deutlich reduziert und die Umwelt erheblich geschont.

Die vorhandene Heizungsanlage wurde im Jahr 1987 installiert. Die technische Nutzungsdauer der Heizkessel gemäß VDI 2067 beträgt 20 Jahre.

Aufgrund des Alters der Kesselanlage und des Zustands ist eine Kesselsanierung zu empfehlen.

Das Einsparungspotenzial beträgt ca.	=	2.304	kWh/a
		<u>129,04</u>	€/a

Die Investition beträgt ca.		6.000,00	€
-----------------------------	--	----------	---

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	mittel

SPORTHALLE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestr. 10

Objekt-Nr. 27

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 20.452 kWh

Jahreskosten : 3.197,51 €/a

Durchschnittspreis : 15,63 ct/kWh

Nutzfläche : 1.637 qm

Stromkennzahl : 12 kWh/qm·a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung

Lichtsteuergeräte arbeiten in der Regel vollelektronisch, ohne bewegliche Teile. Der Lichtwertschalter schaltet die angeschlossene Beleuchtung in Abhängigkeit vom Tageslicht ein bzw. aus.

Die Lichtwerte, bei denen die Zu- oder Abschaltung erfolgen soll, sind vorwählbar. Ein Fotosensor, der in Fensternähe oder im Freien angebracht wird, liefert die benötigten Zu- oder Abschaltensignale. Einstellbare Verzögerungszeiten verhindern ein unerwünschtes Schalten.

Das Gerät erlaubt die Luxwert-Vorwahl individuell für den Lichtwert, bei dem die Zu- oder Abschaltung der Beleuchtung erfolgen soll. Der Fotosensor nimmt an einer Referenzstelle im Raum das Mischlicht aus Tages- und Kunstlicht auf (Istwert). Das Gerät vergleicht ständig den vorgewählten Sollwert mit dem Istwert und schaltet bei Bedarf die Beleuchtung zu oder ab.

Die Einsparung für die Halle beträgt dann:

$1,98 \text{ kW} \cdot 700 \text{ h} = 1.386 \text{ kWh/a}$, entsprechend

216,63 €/a

Die Investition für einen Lichtwertschalter beläuft sich auf ca. 1.800,00 €.

SPORTHALLE

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestr. 10

Objekt-Nr. 27

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	2002	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	ca. 12,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	98.840,00	kWh
Abgastemperatur	:	65,00	°C
Ansaugtemperatur	:	18,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	11,50	%
Abgasverluste	:	0,34	kW
	:	2,80	%
Brennerlaufzeit	:	8.235,09	h/a
Strahlungsverluste	:	0,01	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,02	kW
	:	0,20	%
Feuerungswirkungsgrad	:	97,20	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,90	%
Jahresnutzungsgrad	:	96,88	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logalux

Auf dem Dach befindet sich eine Fotovoltaikanlage. Das Dach ist vermietet.

Regelung:

<i>Regelkreise</i>	:	<i>Statische Heizung/Lüftung</i>
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logamatic
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Warmwasser</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-E 25/1-3
Leistung	:	27 - 62 W
Betriebsweise	:	geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Heizkörper</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Top-E 30/1-7
Leistung	:	30 - 200 W
Betriebsweise	:	geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Fußbodenheizung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Top-E 30/1-10
Leistung	:	45 - 400 W
Betriebsweise	:	geregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Lüftung</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-E 25/1-5
Leistung	:	36 - 99 W
Betriebsweise	:	geregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 88,4 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	94.840	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>5.266,37</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,55	ct/kWh
Installierte Leistung	:	ca. 12	kW
Nutzfläche	:	1.637	qm
Wärme Kennzahl	:	58	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Überprüfung der Regelparameter/Neueinstellung der Vorlauf-temperatur

Zum Zeitpunkt der Objektbegehung betrug die Vorlauf-temperatur in allen Regelkreisen ca. 70 °C bei einer Außentemperatur von 20 °C.

Es sollte daher eine Überprüfung und Neueinstellung der Regelparameter und der Vorlauf-temperatur erfolgen.

Einsparung	:	9.332	kWh/a
		<u>517,95</u>	€/a
Investition	:	ca. 300,00	€

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Holzverkleidung
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

KLÄRANLAGE/BETRIEBSGEBÄUDE

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Große Str. 1

Objekt-Nr. 28

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 2.800 kWh

Jahreskosten : 490,00 €/a

Durchschnittspreis : 17,5 ct/kWh

Nutzfläche : 176 qm

Stromkennzahl : 16 kWh/qm·a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Umrüstsätze mit T5-Leuchtstofflampen

Die vorhandenen Leuchtstofflampen und Starter sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden. Durch diese Maßnahme werden Kostenentlastungen in den Bereichen Energieverbrauch sowie Unterhaltungsaufwendungen (aufgrund der höheren Lebensdauer) erzielt.

Wir empfehlen daher, eine Umrüstung in den Bereichen Labor, Aufenthaltsraum sowie Büro vorzunehmen.

IST-ZUSTAND

ca.	6 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>76 W</u>
	<i>Summe (:1.000)</i>		=		0,912 kW

SOLL-ZUSTAND

Die vorhandenen Leuchtstofflampen, Starter und alten Vorschaltgeräte sollen demontiert und durch neue T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät ersetzt werden.

Es ergibt sich folgendes Bild:

ca.	6 Leuchten	à	2 Lampen	à	<u>38 W</u>
	<i>Summe (:1.000)</i>		=		0,456 kW

Energieersparnis	:	547	kWh/a
	=	95,76	€/a
Ersparnis Unterhaltungskosten	:	60,65	€/a
Gesamteinsparung	=	<u>156,41</u>	€/a
Investition	:	ca.	380,00 €

KLÄRANLAGE/BETRIEBSGEBÄUDE

HEIZSTROM

Grundlagen

Stromrechnungen
 Strompreisregelung
 Kostenverhältnisse im Jahr 2009
 Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Große Str. 1
 Objekt-Nr. 28

Ist-Zustand

Lieferspannung	:	230/400	Volt
Messspannung	:	230/400	Volt
Gesamtarbeit	:	14.500	kWh
Jahreskosten	:	<u>1.450,00</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	10,0	ct/kWh
Nutzfläche	:	290	qm
Stromkennzahl	:	50	kWh/qm·a

Die Beheizung erfolgt mittels Nachtspeicheröfen.

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Metall
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

SPORTHEIM

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestraße

Objekt-Nr. 29

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 1.156 kWh

Jahreskosten : 194,21 €/a

Durchschnittspreis : 16,8 ct/kWh

Nutzfläche : 340 qm

Stromkennzahl : 3,4 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

SPORTHEIM

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Woltwiesche, Fuhsestraße

Objekt-Nr. 29

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Buderus	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	2002	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	25,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	20.400,00	kWh
Abgastemperatur	:	67,00	°C
Ansaugtemperatur	:	20,00	°C
Abgasverluste	:	0,50	kW
	:	2,00	%
Brennerlaufzeit	:	800,08	h/a
Strahlungsverluste	:	0,03	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,03	kW
	:	0,10	%
Feuerungswirkungsgrad	:	98,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	97,80	%
Jahresnutzungsgrad	:	95,89	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	500 Liter
Fabrikat	:	Buderus
Typ	:	Logalux

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Honeywell
Heizphasen	:	nach Belegung

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Pumpe 1</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	RS 30/6-3
Leistung	:	46/67/93 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Pumpe 2</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	RS 30/6-3
Leistung	:	46/67/93 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 88,1 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	20.400	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.081,20</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,3	ct/kWh
Installierte Leistung	:	25	kW
Nutzfläche	:	340	qm
Wärme Kennzahl	:	60	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLAG

Hydraulischer Abgleich/Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Der hydraulische Abgleich kann an den Rücklaufverschraubungen vorgenommen werden.

Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Einsparung:

<i>elektrisch</i>	:	723	kWh/a
	=	121,46	€/a
<i>thermisch</i>	:	1.836	kWh/a
	=	97,31	€/a
Gesamteinsparung	:	<u>218,77</u>	€/a
Investition	:	ca. 1.000,00	€

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Flachdach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Klinker
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	mittel bis schlecht
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

KINDERGARTEN/WOHNHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Klein Lafferde, Peiner Str. 19

Objekt-Nr. 30

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 2.776 kWh

Jahreskosten : 494,13 €/a

Durchschnittspreis : 17,8 ct/kWh

Nutzfläche : 694 qm

Stromkennzahl : 4 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

KINDERGARTEN/WOHNHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Klein Lafferde, Peiner Str. 19

Objekt-Nr. 30

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Viessmann	
Typ	:	Brennwert	
Baujahr	:	1999	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	36,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	36.063,00	kWh
Abgastemperatur	:	73,00	°C
Ansaugtemperatur	:	18,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	12,00	%
Abgasverluste	:	1,26	kW
	:	3,50	%
Brennerlaufzeit	:	978,41	h/a
Strahlungsverluste	:	0,04	kW
	:	0,10	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,07	kW
	:	0,20	%
Feuerungswirkungsgrad	:	96,50	%
Kesselwirkungsgrad	:	96,20	%
Jahresnutzungsgrad	:	93,96	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	150 Liter
Fabrikat	:	Viessmann

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Viessmann
Typ	:	Dekamatik
Heizphasen	:	Mo. bis So. 06.00 - 24.00 Uhr

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Kindergarten</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-RS 30/6
Leistung	:	46/67/93 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Erdgeschoss</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-RS 25/4
Leistung	:	30/46/65 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Obergeschoss (Wohnung)</i>
Fabrikat	:	Wilo
Typ	:	Star-RS 25/4
Leistung	:	30/46/65 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 84,2 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	36.063	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.917,84</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,32	ct/kWh
Installierte Leistung	:	36	kW
Nutzfläche	:	694	qm
Wärmekennzahl	:	52	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

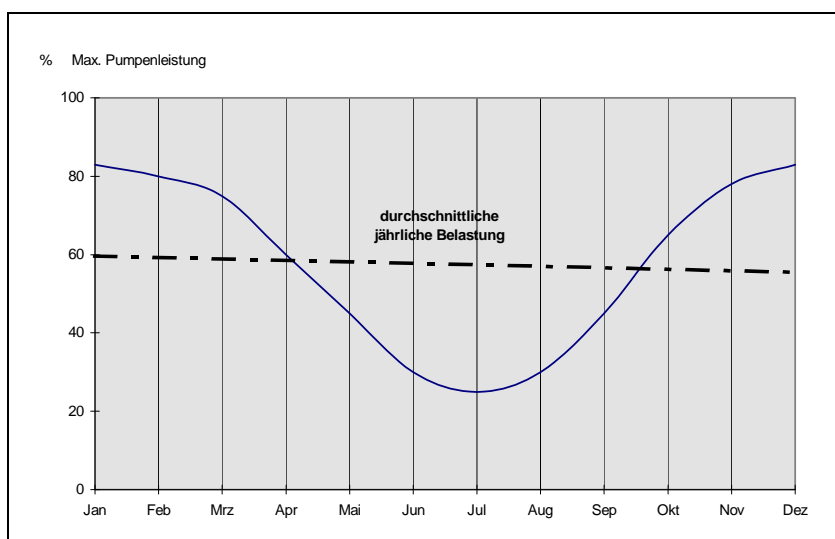
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Volllast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nicht vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpen gegen elektronisch geregelte Pumpen.

Einsparung	:	1.172 kWh/a
		<u>208,63 €/a</u>
Investition	: ca.	900,00 €

Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich von Heiz- und Wassererwärmungsanlagen war immer schon eine physikalische Notwendigkeit für die sogenannten Schwerkraftheizungen. Mit Aufkommen der heute üblichen Umwälzpumpen schien sich diese physikalische Notwendigkeit zu erübrigen und mit Hilfe von stark überhöhtem Energieaufwand ersetzen zu lassen.

Das bedeutet, dass der hydraulische Abgleich in Alt- und Neuanlagen häufig mit Hilfe stark überdimensionierter Umwälzpumpen ersetzt wird und die Anlagenvolumenströme in der Regel 200 bis 400 % über dem Auslegungsmassenstrom angesiedelt sind.

Neben einer Anzahl anderer Größen bestimmt vor allem der Heizwasserdurchfluss die Wärmeabgabe eines Heizkörpers. Das bedeutet, bei entsprechend hohem Durchfluss tritt eine Überhitzung des Raumes auf, die schlimmstenfalls durch die sogenannte „Fensterregelung“ kompensiert wird.

Der hydraulische Abgleich kann durch neue Ventile erzielt werden.

Neben den Einsparungen an Antriebsleistungen ist zu beachten, dass bei der Reduzierung des Massenstroms unnötige Auskühlungen des Heizwassermassenstroms und damit ein enormer, unnötiger Brennstoffverbrauch vermieden werden kann.

Einsparung	:	3.246 kWh/a
		<u>172,67 €/a</u>
Investition	: ca.	1.000,00 €

Anpassung der Aufheizphase

Aufgabe der Regelung ist es, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregelung, Fabrikat Viessmann, Typ Dekamatik
Heizphasen	:	Mo. bis So. 06.00 - 24.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung.
Einsparung	:	4.327 kWh/a <u>230,23 €/a</u>
Investition	:	ca. 100,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Wohnhaus:

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Fachwerk
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

Kindergarten:

Ortslage	:	freistehend, Ortsmitte
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Putz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

WOHNHAUS

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Klein Lafferde, Salzgitter Str. 7

Objekt-Nr. 31

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 10.631 kWh

Jahreskosten : 1.672,54 €/a

Durchschnittspreis : 15,73 ct/kWh

Nutzfläche : 255 qm

Stromkennzahl : 42 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

WOHNHAUS

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Klein Lafferde, Salzgitter Str. 7

Objekt-Nr. 31

Ist-Zustand

Die Beheizung erfolgt über Einzelöfen.

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	33.150	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.823,25</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,5	ct/kWh
Nutzfläche	:	255	qm
Wärmekennzahl	:	130	kWh/qm . a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Geschosszahl	:	1
Dachform	:	Satteldach
Dachdämmung	:	nicht vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Fachwerk
Außenwanddämmung	:	nicht vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Holz
Fensterzustand	:	mittel
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

SPORTHEIM

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromrechnungen

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Klein Lafferde, Münstedter Weg 17

Objekt-Nr. 32

Ist-Zustand

Lieferspannung : 230/400 Volt

Messspannung : 230/400 Volt

Gesamtarbeit : 1.812 kWh

Jahreskosten : 367,53 €/a

Durchschnittspreis : 20,28 ct/kWh

Nutzfläche : 410 qm

Stromkennzahl : 4,4 kWh/qm·a

Beurteilung

Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sehen wir zurzeit keine Einsparungsmöglichkeiten.

SPORTHEIM

HEIZUNG - LÜFTUNG - KLIMA

Grundlagen

Verbrauchsrechnungen

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse 38268 Lengede-Klein Lafferde, Münstedter Weg 17

Objekt-Nr. 32

Ist-Zustand

Kessel	:	I	
Fabrikat	:	Vaillant	
Typ	:	VC 245	
Baujahr	:	1996	
Heizmedium	:	Warmwasser	
Leistung	:	24,00	kW
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Brennstoff	:	Erdgas	
Jahresenergieeinsatz	:	26.400,00	kWh
Abgastemperatur	:	169,00	°C
Ansaugtemperatur	:	40,00	°C
Sauerstoffgehalt	:	11,10	%
Abgasverluste	:	2,40	kW
	:	10,00	%
Brennerlaufzeit	:	1.061,51	h/a
Strahlungsverluste	:	0,05	kW
	:	0,20	%
Bereitschaftszeit	:	8.760,00	h/a
Bereitschaftsverluste	:	0,07	kW
	:	0,30	%
Feuerungswirkungsgrad	:	90,00	%
Kesselwirkungsgrad	:	89,50	%
Jahresnutzungsgrad	:	86,37	%

Brauchwasserbereitung:*Standort: Heizraum*

1 Speicher	à	300 Liter
Fabrikat	:	Vaillant

Zirkulationspumpe:

Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UP 15-15 N
Leistung	:	32 W
Betriebsweise	:	geregelt

Regelung:

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Vaillant
Typ	:	VRC-C 8W
Heizphasen	:	Mo. bis So. 06.00 - 22.00 Uhr

Heizungsumwälzpumpen:

<i>Bereich</i>	:	<i>Sportheim/Boilerladepumpe</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPS 25-40
Leistung	:	30/45/60 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

<i>Bereich</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Fabrikat	:	Grundfos
Typ	:	UPE 25-45
Leistung	:	45/100 W
Betriebsweise	:	ungeregelt

Der gesamte Anlagenwirkungsgrad unter Berücksichtigung aller im Heizungssystem anfallenden Verluste beträgt:

$$\eta_{\text{ges}} = 84,9 \%$$

Es ergibt sich folgendes Bild:

Wärmeverbrauch	:	26.400	kWh/a
Jahreskosten	:	<u>1.478,40</u>	€/a
Durchschnittspreis	:	5,6	ct/kWh
Installierte Leistung	:	24	kW
Nutzfläche	:	410	qm
Wärmekennzahl	:	64	kWh/qm . a

EINSPARUNGSVORSCHLÄGE

Anpassung der Aufheizphase

Aufgabe der Regelung ist es, die Produktion und Abgabe von Wärme zentral (Kesselhaus, Hauptverteilung, Unterstationen) dem spezifischen Bedarf an Wärme anzugleichen. Hierdurch werden überhöhte Wärmeverbräuche in allen betroffenen Bereichen vermieden.

<i>Regelkreis</i>	:	<i>Statische Heizung</i>
Regeltechnik	:	zeit- und temperaturabhängige Heizkreisregelung, Fabrikat Vaillant, Typ VRC-C 8W
Heizphasen	:	Mo. bis So. 06.00 - 22.00 Uhr
Empfehlung	:	Anpassung der Aufheizphasen an die tatsächliche Belegung.

Einsparung	:	4.752 kWh/a
		<u>266,11 €/a</u>
Investition	:	ca. 100,00 €

Einsatz drehzahl geregelter Umwälzpumpen

Umwälzpumpen werden für den Maximalbedarf ausgelegt. Die Betriebspraxis zeigt, dass der sogenannte 100 %-Lastfall fast nie oder nur selten auftritt. Hinzu kommt, dass der gemessene Wärmebedarf fast immer weit unter der errechneten Maximalleistung liegt.

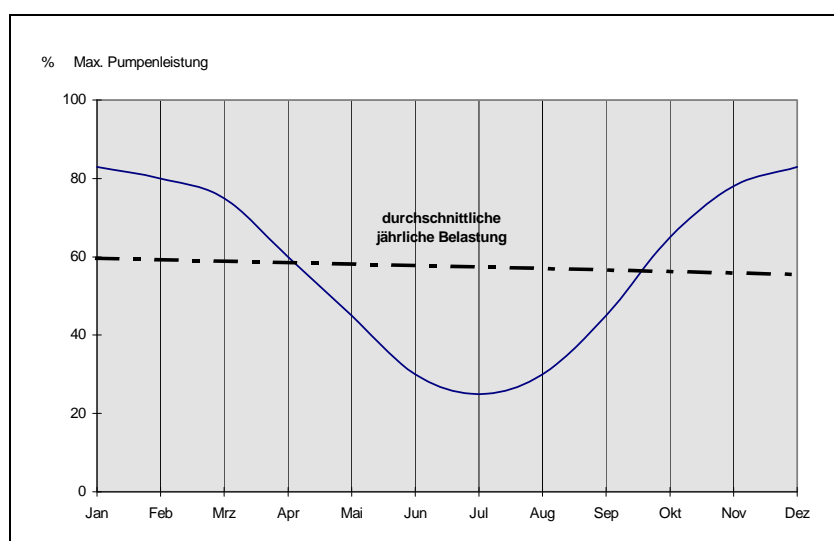
Weitgehende Untersuchungen der Betriebspraxis von Heizungsanlagen ergaben unter Berücksichtigung der oben angeführten Punkte, dass in Heizperioden dieser Belastungsfaktor im Durchschnitt unter 0,5 liegt und nur an sehr wenigen Tagen einen Wert von 0,8 erreicht. Der Wert 1,0 (100%ige Volllast) tritt fast nie auf.

Zwangsläufig ergibt sich hieraus die Überlegung, die Auslegung und Steuerung der Umwälzpumpen den tatsächlichen Erfordernissen anzupassen.

Der Stromverbrauch eines Pumpenmotors ändert sich mit der dritten Potenz der Drehzahl bzw. des Volumenstromes. Das bedeutet z.B. bei einer Minderung des Volumenstromes um 10 % eine Minderung der Leistungsaufnahme um 27 %. Die Drehzahl sollte deshalb nie höher als notwendig sein.

Gemäß Energiesparverordnung muss, wer Umwälzpumpen in Heizkreisen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung erstmalig einbaut, einbauen lässt oder vorhandene ersetzt oder ersetzen lässt, dafür Sorge tragen, dass diese so ausgestattet oder beschaffen sind, dass die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen angepasst wird, soweit sicherheitstechnische Belange des Heizkessels dem nicht entgegenstehen.

Die durchschnittliche jährliche Belastung eines Pumpenmotors ist in nachfolgendem Bild dargestellt:



Die Stromeinsparung errechnet sich wie folgt:

$$E_{EL} = P_{EL} \cdot b_{VA} \cdot 0,6$$

$$E_{EL} = \text{Stromeinsparung [kWh/a]}$$

$$P_{EL} = \text{Elektrische Leistung [kW]}$$

$$b_{VA} = \text{Betriebsbereitschaftszeit [h/a]}$$

Diese bedarfsgerechte Steuerung ist nicht vorhanden.

Wir schlagen folgende Änderungen vor:

Austausch der Umwälzpumpen gegen elektronisch geregelte Pumpen.

Einsparung	:	526 kWh/a
		<u>106,67 €/a</u>
Investition	: ca.	400,00 €

Bauphysikalische Grobanalyse

Ortslage	:	freistehend, Ortsrand
Gebäudeform	:	kompakt
Dachform	:	Flachdach
Dachdämmung	:	vorhanden
Baukonstruktion	:	Massivbau
Fassade	:	Kalksandstein/Putz
Außenwanddämmung	:	vorhanden
Fensterkonstruktion	:	Isolierverglasung
Rahmenbauart	:	Kunststoff
Fensterzustand	:	gut
Art der Unterkellerung	:	nicht unterkellert

STRASSENBELEUCHTUNG

ELEKTRIZITÄT

Grundlagen

Stromverbrauch

Strompreisregelung

Kostenverhältnisse im Jahr 2009

Objektanalyse und messtechnische Erfassung

Ist-Zustand

Die Versorgung und der Betrieb der Straßenbeleuchtungsanlage erfolgt auf der Grundlage des Straßenbeleuchtungsvertrages, der integrierter Bestandteil des Konzessionsvertrages ist.

Hiernach sind die Eigentumsrechte wie folgt festgelegt:

Kabelnetz	:	Gemeinde Lengede
Masten	:	Gemeinde Lengede
Leuchten	:	Gemeinde Lengede
Lampen	:	Gemeinde Lengede

Hinsichtlich der Instand- und Unterhaltungskosten wurde folgendes vereinbart:

Kabelnetz	:	E.ON
Masten	:	E.ON
Leuchten	:	E.ON
Lampen	:	E.ON

Die Wartung der Leuchten der Straßenbeleuchtungsanlage erfolgt durch die E.ON.

Der Austausch der Leuchtmittel erfolgt bei Bedarf, also nach Ausfall.

Die für den Betrieb erforderliche elektrische Energie wird mit einer Nennspannung von 230/400 Volt aus dem Niederspannungsnetz bereitgestellt. Die Messung der elektrischen Arbeit erfolgt über Drehstromzähler.

Die Straßenbeleuchtungsanlage wird über Dämmerungsschalter ein- und ausgeschaltet.

Des Weiteren wird vorwiegend folgende Halbnachtschaltung praktiziert:

Abschalten der Straßenbeleuchtungsanlage bis auf die Kreuzungsbereiche und Abknickungen in die Straße von 23.00 bis 05.30 Uhr. Es werden ca. 75 % in dieser Zeit komplett weggeschaltet.

Die Auswertung der uns vorliegenden Unterlagen ergibt folgendes Bild:

<i>Bereich</i>	<i>[kWh/a]</i>
Lengede	476.529
Klein Lafferde	50.753
Barbecke	26.525
Woltwiesche	117.209
Broistedt	168.992
Summe	840.008

Hiernach beträgt der jährliche Stromverbrauch der Straßenbeleuchtungsanlage

840.008 kWh/a

Energiekosten:

Arbeitspreis

840.008 kWh · 0,135 €/kWh = 113.401,08 €

Jahreskosten = 113.401,08 €/a

Durchschnittspreis = 13,5 ct/kWh

Übersicht der Leuchtmittel

Mittlerweile werden von der Lampenindustrie Leuchtmittel mit den unterschiedlichsten Wirkungsgraden (Lm/W) für den Einsatz in der Straßenbeleuchtung angeboten.

Nachfolgend wollen wir hier zur Orientierung einen kurzen Überblick geben:

Hochdruckquecksilberdampflampen

Lampenleistung	50 W	-	1.000 W
Lichtausbeute	40 Lm/W	-	60 Lm/W
Lichtfarbe	Neutralweiß		

Diese Entladungslampe ist heute die gebräuchlichste Form für alle Bereiche der Straßenbeleuchtung.

Leuchtstofflampen

Lampenleistung	18 W	-	65 W
Lichtausbeute	40 Lm/W	-	80 Lm/W
Lichtfarbe	Weiß/Warmton		

Die Leuchtstofflampen sind nach der HQL-Lampe am häufigsten im Einsatz.

Hochdrucknatriumdampflampen

Lampenleistung	50 W	-	1.000 W
Lichtausbeute	83 Lm/W	-	125 Lm/W
Lichtfarbe	Warmweiß		

Dieser Lampentyp ist eine neuere Entwicklung der Lampenindustrie und daher noch nicht so weit verbreitet wie die HQL-Lampen. Das von der Lampe abgegebene Licht hat eine angenehme, gute Farbwiedergabe, welche den universellen Einsatz in der Straßenbeleuchtung gestattet.

Niederdrucknatriumdampflampen

Lampenleistung	10 W	-	180 W
Lichtausbeute	100 Lm/W	-	183 Lm/W
Lichtfarbe	Gelb		

Hierbei handelt es sich um die Lampe mit dem höchsten Wirkungsgrad. Allerdings beschränkt sich der Einsatz wegen der grellen Lichtfarbe und der damit verbundenen hohen monochromatischen Lichtabgabe (schlechte Farbunterscheidung) in der Regel auf unbebaute Gebiete mit hohem Verkehrsaufkommen (z.B. Schnellstraßen, Autobahnen, Industriegebiete).

Kompaktleuchtstofflampen

Lampenleistung	5 W	-	25 W
Lichtausbeute	47 Lm/W	-	48 Lm/W
Lichtfarbe	Neutralweiß		

Im Gegensatz zu den herkömmlichen Glühlampen mit einer Lichtabgabe von ca. 10 Lm/W benötigt die Kompaktlampe aufgrund des höheren Lichtstromes nur $\frac{1}{4}$ des bisherigen Stromverbrauches. Kompaktlampen werden in der Straßenbeleuchtung vorrangig in Fußgängerzonen, Parkanlagen usw. einfach gegen Glühlampen ausgetauscht. Sie besitzen ebenfalls ein E 27-Gewinde.

Die unterschiedlichen Wirkungsgrade werden nachfolgend an einem Beispiel aufgezeigt. Die Leistungswerte beziehen sich jeweils auf einen Lichtstrom von 100.000 Lumen.

<i>Glühlampen</i>	<i>ca. 8,3 kW</i>
<i>Hochdruckquecksilberdampflampen</i>	<i>ca. 2,0 kW</i>
<i>Kompaktleuchtstofflampen</i>	<i>ca. 1,7 kW</i>
<i>Leuchtstofflampen</i>	<i>ca. 1,5 kW</i>
<i>Hochdrucknatriumdampflampen</i>	<i>ca. 1,2 kW</i>
<i>Niederdrucknatriumdampflampen</i>	<i>ca. 0,7 kW</i>

Übersicht der Leuchten

Der Beleuchtungswirkungsgrad hängt von einer Vielzahl von Faktoren wie z.B. Lichtpunkthöhe, Lichtpunktübergang, Fahrbahnbreite, Fahrbahnbelag usw. ab. Da diese Faktoren bei bestehenden Straßenbeleuchtungsanlagen nur schwerlich verändert werden können, ist neben der Lampe die Leuchte das wichtigste Kriterium.

Von der Industrie wird heute eine Vielzahl von Leuchten angeboten. Die gebräuchlichsten sind:

Seilleuchten

Diese werden auch Überspann- oder Hängeleuchten genannt. Sie sind an einem Seilzug, der in der Regel von Haus zu Haus geht, befestigt.

Ansatzleuchten

Sie werden auch Ausleger- oder Peitschenleuchten genannt. Der Ausleger kann an der Hauswand oder am Mast befestigt werden.

Aufsatzleuchten

Diese werden direkt am oberen Mastende befestigt. Sie haben verschiedene Formen. Die häufigsten sind pilz-, kugel- oder koffertförmig.

Diese Leuchten sollten nur in Fußgängerzonen, Parkanlagen usw., in welchen eine Rundumstrahlung sinnvoll ist, zum Einsatz kommen.

Schlussbemerkung

Wie dargestellt, verfügt die Hochdruck-Natriumdampf-Lampe über eine weitaus höhere Lichtausbeute bei geringerem Stromverbrauch. Aufgrund des derzeitigen Strompreisniveaus ergibt sich jedoch keine Wirtschaftlichkeit.

Bei zukünftigen Erschließungen von Neubaugebieten sowie anstehenden Sanierungen von Straßenzügen empfehlen wir, darauf hinzuwirken, dass die Hochdruck-Natriumdampf-Lampen verstärkt zum Einsatz gelangen.

Zusätzlich zu der Energieeinsparung und der damit verbundenen Emissionsminderung kann eine erhebliche Verbesserung im Sinne der Artenschutzverordnung (§ 13 BArtSchV) erreicht werden.

Hierin soll die Gefährdung von nachtaktiven Lebewesen reduziert werden.

Die Hochleistungslampen tragen dieser Forderung durch die weit-aus geringere Hitzeentwicklung, die Konzentrierung der Lichtabgabe/ Lichtverteilungskurven und dem UV-armen Lichtspektrum voll Rechnung.

Die Gemeinde Lengede hat bereits ca. 1/3 der Straßenbeleuchtung auf Hochdruck-Natriumdampflampen umgestellt. Die Leistung der Lampen beträgt 50 Watt sowie 70 Watt. Der restliche Anteil soll ebenfalls sukzessive umgerüstet werden.

KLIMASCHUTZ

1. KLIMASCHUTZMANAGEMENT

1.1 Grundlagen

Permanente Aufgaben des Energiemanagements sind:

- Erfassung von energetischen Plandaten
- Energiebuchhaltung/Vertragsüberwachung
- Laufendes Energiecontrolling/Verbrauchserfassung
- Schwachstellenanalyse
- Optimierung der Anlagen und des Betriebes (Nutzung)
- Verbesserung von investiven Maßnahmen
- Schulung/Motivation
- Energiebericht und Erfolgsnachweis

Ziel ist es hierbei, zunächst einmal gebäudetechnische Anlagen (Heizung, Beleuchtung, Klimaanlage usw.) mit möglichst wenig Energie zu betreiben sowie bei Investitionen günstigere Amortisationszeiten zu erreichen. Größere Investitionen und Planungen gehen in der Regel über die unmittelbaren Aufgaben eines Energiemanagements hinaus.

1.2 Einstieg in das Klimaschutzmanagement

Zunächst entscheidet der Stadt-/Gemeinderat gemeinsam mit der Verwaltungsspitze über die Einführung eines Gebäude-Energiemanagements. Gleichzeitig wird vorgegeben, in welchem Maß der Energieverbrauch gesenkt werden soll (etwa orientiert an den nationalen Klimaschutzzielen).

Im zweiten Schritt sind Beschlüsse über die notwendigen organisatorischen Maßnahmen im Hinblick auf Personalausstattung, Schaffung von Kompetenzen bzw. Reorganisation von Fachämtern usw. erforderlich.

In der Folge werden dann alle Aktivitäten des Energiemanagements, den Gremien und der Verwaltung in regelmäßigen Abständen z.B. über einen fortschreibungsfähigen Energiebericht, zumindest einmal jährlich hinsichtlich der eingeleiteten Maßnahmen, aktualisierten Verbräuche, Schadstoffbilanzen, Kosten und einer Erfolgsbilanz öffentlichkeitswirksam zur Kenntnis gegeben.

1.3 Organisationskonzept/Klimaschutzmanagement

Die organisatorische Umsetzung eines kommunalen Energiemanagement kann wegen der unterschiedlichen Strukturen einer Verwaltung in der Praxis nicht einheitlich umgesetzt werden. Unabhängig hiervon wären die Anforderungen an eine geeignete Organisationsstruktur:

- Transparenz von Verantwortung und organisatorischen Abläufen
- Effizienter Einsatz der verfügbaren Mitarbeiter und deren jeweiligen Fähigkeiten
- Minimierung von Reibungsverlusten, Festlegung der Verantwortungskompetenz des Energiemanagers
- Einbindung aller betroffenen Abteilungen in den Meinungsprozess
- Erzielung von Energieeinsparungen

Für Kommunen geben einzelne Leitfäden der Bundesländer folgende Empfehlungen hinsichtlich des Personalbedarfs von Mitarbeitern im Energiemanagement ab:

Größe der Kommune in 1.000 Einwohner	Mitarbeiter im Energiemanagement	Qualifikation
10 - 15	1	1 Ingenieur (oder Versorgungstechniker)
15 - 30	1,5	1 Ingenieur 1/2 Verwaltungskraft
30 - 50	2,5	1 Ingenieur 1 Techniker 1/2 Verwaltungskraft
50 - 100	5	1 Planer 1 Ingenieur 2 Techniker 1 Verwaltungskraft
> 100		nach Gebäudebestand

In der Verwaltung sind die Aufgaben organisatorisch derzeit wie folgt verteilt:

Es existiert bereits eine Abteilung „Gebäudemanagement“, die sich intensiv mit dem Thema Energie beschäftigt.

KLIMASCHUTZKONZEPT

Auftraggeber : Gemeinde Lengede
Untersuchungsobjekte : Alle gemeindeeigenen Einrichtungen

Kurzfristige Maßnahmen:

Einsparungsvolumen : 26.197,95 €/a
Einmalige Investition : 120.544,62 €
Amortisationsdauer : ϕ 4,6 Jahre

Energieeinsparung:

Thermische Einsparung : 108,5 MWh/a
Elektrische Einsparung : 27,2 MWh/a
Summe : 135,7 MWh/a

Emissionsminderung:

SO₂-Emissionen : 17,4 kg/a
NO_x-Emissionen : 41,9 kg/a
CO₂-Emissionen : 36,9 t/a