



## Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs im Hallen- und Freibad Friesoythe

Im Auftrag: Stadt Friesoythe  
Mühlenstrasse 12 - 14  
26169 Friesoythe



*Stadt mit Herz! ❤️  
...sind nette Leute!*



Aufgestellt: Im März 2006

Dipl.-Ing. N. Averdung  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Juister Straße 11  
26871 Papenburg  
Tel: 04961 / 94 62 0  
Fax: 04961 / 94 62 33

## I. Aufgabenstellung

Das Hallen- und Freibad Friesoythe wurde in den 60er Jahren gebaut. Am 23.11.1982 richtete ein Brand in der Schwimmhalle einen großen Sachschaden an. Die technische Ausstattung wurde durch das Feuer größtenteils zerstört.

Durch den Einsatz eines Wärmerückgewinnungssystems wurde bereits beim Neuaufbau des Bades auf die künftigen Betriebskosten geachtet. Die Neueröffnung erfolgte ein Jahr später.

Die Stadt Friesoythe beabsichtigt in Ihrem städtischen Hallen- und Freibad den Energieverbrauch zu senken, soweit dies aus wirtschaftlicher Hinsicht zu einer Minderung der Belastung der Haushaltskasse führt.

Es soll ein Maßnahmenkatalog entwickelt werden, der nach den Kriterien: Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit eine Entscheidungshilfe gibt.

In einer ökologischen Betrachtung sollen die Umweltaspekte analysiert werden.

In einem Fazit soll ein Modernisierungsvorschlag ausgearbeitet werden und ein geeignetes Umsetzungskonzept mit entsprechendem Finanzierungsangebot erarbeitet werden.

## II. Gebäude und Umkleiden

Das Gebäude umfasst den Umkleibereich für das Hallen- und Freibad, den Kassenbereich und einen Kiosk.



An einigen Stellen im Umkleibereich sind Feuchtigkeitsschäden zu erkennen, die auf eine nicht ausreichende Be- und Entlüftung zurückzuführen sind.

### III. Bestandsaufnahme der vorhandenen Technik

#### 1. Wärmeerzeugeranlage

Das Hallen- und Freibad wird von einer Kesselanlage mit Wärme versorgt.

Kesselanlage:

Fabrikat:	Buderus
Typ:	Lollar
Baujahr:	1983
Leistung:	151 KW
Brenner:	Gasgebläsefeuerung
Brennertyp:	Weishaupt WG 30



Die Anlage ist 22 Jahre alt, Wasserflecken und Korrosion am Kesselboden zeigen, dass es in der Vergangenheit zu Leckagen gekommen ist. Die Anlage ist abgängig.

Fotos der Kesselanlage 1983:



Leckagen an der Kesselrückseite



Kesselanlage mit veralteter Regelung

## 2. Wärmeverteilung

An der vorhandenen Kesselanlage sind folgende Abnehmer angeschlossen:

- a) Wärmetauscher für die Lüftungsanlage 83,8 KW
- b) Konvektoren als Warmebänke 20,0 KW
- c) Ein Wärmetauscher für Hallen- und Freibadbetrieb



Heizregister Lüftung  
Q = 83,8 KW  
Umwälzpumpe P1

Konvektoren  
als Warmebänke  
Q = 20,0 KW  
Umwälzpumpe P2

Verteilerstation im Heizungsraum mit den Abgängen für die Lüftungsanlage und für die Konvektoren.

Umwälzpumpe P1 = Biral NRZ 40-1 S, (3 – stufig)

Umwälzpumpe P2 = Biral NRZ 30 S, (3 – stufig)

Dreiwegemischer M1 = Landis & Gyr,  
Typ: VXF 21.40,  
KVs = 19 m<sup>3</sup>/h  
DN 40 / PN 6

Dreiwegemischer M2 = Landis & Gyr,  
Typ: VXF 21-25-5,  
KVs = 5 m<sup>3</sup>/h  
DN 25 - 20 / PN 6

Fotos Wärmeverteilung:



Umwälzpumpe zum  
Wärmetauscher

Grundfos UPS 65 - 60

Vor- und Rücklauf zum Wärmetauscher  
für Beckenwassererwärmung



Hersteller: Fero

Baujahr: 08/95

Typ: P 300 / M 45

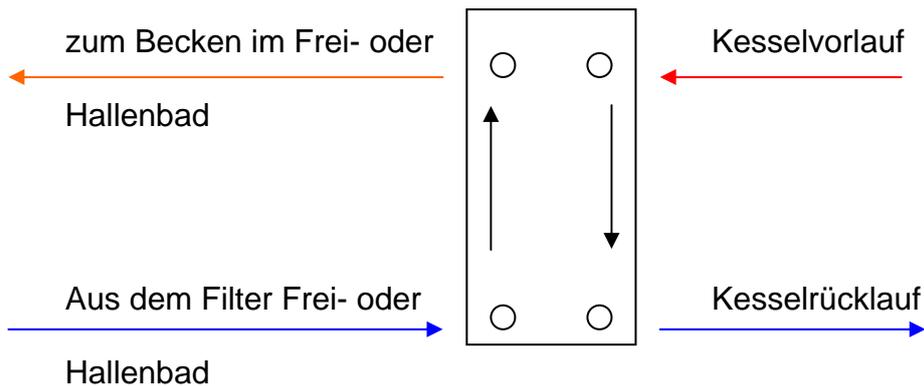
Heizfläche: 13,5 m<sup>2</sup>

Wärmetauscher für die Beckenwassererwärmung  
im Frei- und Hallenbad Friesoythe

**Im Freibad wird nur das Nichtschwimmerbecken beheizt.**

### Funktionsschema Wärmetauscher zur Beckenwassererwärmung

Wärmetauscher mit 13,5 m<sup>2</sup> Tauscherfläche:



Die Umstellung von Sommer- auf Winterbetrieb, bzw. von Frei- auf Hallenbad - Beckenwasserbeheizung erfolgt manuell durch die Betätigung der entsprechenden Absperrschieber.

### 3. Warmwasserbereitung

Die Warmwasserbereitung erfolgt mittels drei elektrisch beheizter Warmwasserbereiter mit jeweils 650 L Speichereinheit.

Summe des zur Verfügung stehenden Speichervolumens: 1.950 Liter

Eine elektrische Beheizung des Brauchwassers ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr vertretbar.

Im Zuge der Kesselsanierung wird empfohlen, auf eine indirekt beheizte Warmwasserbereitung umzurüsten und das Speichervolumen anzupassen.

#### 4. Lüftung

Das Hallenbad wird mit einem kombinierten Zu- und Abluftgerät be- und entlüftet. Die Anlage ist 20 Jahre alt und verfügt über starke Roststellen, ausgelöst durch die Chlorhaltige Luft in Zusammenarbeit mit der Feuchtigkeit.

Fabrikat:	Wolf
Typ:	KG 100
V:	10.000 m <sup>3</sup> /h
$\Delta P$ ext.:	400 Pa
Heizregisterleistung:	83,8 KW



Ansicht des kombinierten Zu- und Abluftgerätes.

Das Zu- und Abluftgerät ist abgängig. Die Anlagenteile sind weder pulverbeschichtet noch wurden Edelstahlkomponenten verwendet.

Fotos der Lüftungsanlage:



Abluftventilator mit Riemenantrieb im Luftstrom,  
Korrosion am Geräterahmen und an den Oberflächen



starke Korrosion an fast allen Anlageteilen.

## 5. Regelung Heizungs- und Lüftungstechnik

Die Erfassung der Betriebsdaten erfolgt durch manuelle Ablesungen. Teilweise sind die Zählwerke beschädigt, so dass die Genauigkeit einzelner Werte angezweifelt werden muß.

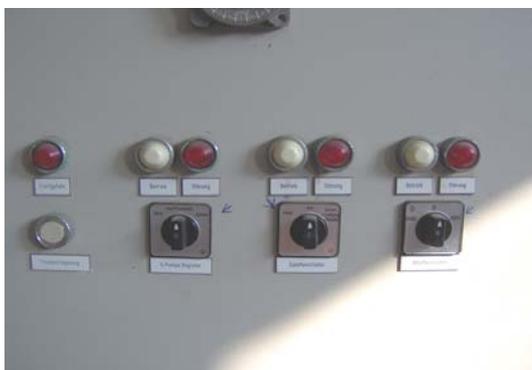
Einige Funktionen sind komplett ausgefallen. Die Regelung ist abgänglich



### Datenerfassung:

- Brennerlaufzeiten Heizung
- Pumpenbetriebsstunden
- Betriebsstunden für Treibwasser

Schaltschrank und Betriebsdatenerfassung



Schaltschrank für die Lüftungsanlage.

## 6. Beckenwasseraufbereitung

Für die Beckenwasseraufbereitung stehen insgesamt vier Filteranlagen zur Verfügung:

Hallenbad: 1 Filter

Freibad: 1 Filter Springerbecken  
1 Filter Schwimmerbecken  
1 Filter Nichtschwimmerbecken



Im Vordergrund der Filter für das Hallenbad, im Hintergrund für das Springerbecken im Freibad



Im Vordergrund der Filter für das Nichtschwimmer Becken und im Hintergrund für das Schwimmerbecken im Freibad

Die Pumpe für den Beckenwasserkreislauf vom Freibad wurde erst kürzlich erneuert, für das Hallenbad steht bereits eine neue Pumpe im Technikraum, welche nur noch eingebaut werden muss.



Neue installierte Pumpe, Hersteller Herborner Unibad für das Freibad



Neue Pumpe für Hallenbad

Pumpendaten:

Hersteller:	Herborner Unibad
Typ:	GX 125 – 270 -2
Volumenstrom:	120 m <sup>3</sup> /h
Förderhöhe:	18 m
Schutzart:	IP 55
Drehzahl:	1460 / 1750 U/min

**Absorberanlage:**

Auf dem Flachdach des Umkleidegebäudes befindet sich eine kleine Absorberanlage.

Sie dient zur Erwärmung des Beckenwassers für das Nichtschimmerbecken im Freibad.

Die Leistung dieser Anlage konnte bisher nicht ermittelt werden, so dass keine Aussage über das Einsparpotenzial getroffen werden kann.

Chlorierung für das Beckenwasser Hallen- und Freibad:



Die Anlagenkomponenten entsprechen dem heutigen Stand der Technik.

## 7. Beckenoberflächen Frei- und Hallenbad



Nichtschwimmerbecken (beheizt)  
Fläche: 629,0 m<sup>2</sup>



Springerbecken (unbeheizt)  
Fläche: 210,0 m<sup>2</sup>



Schwimmerbecken (unbeheizt)  
Fläche: 638,0 m<sup>2</sup>



Kinderbecken (unbeheizt)  
Fläche: ca. 52,0 m<sup>2</sup>



Becken im Hallenbad (beheizt)  
Fläche: 250,0 m<sup>2</sup>

### **Freibad:**

Beckenfläche beheizt: 629,0 m<sup>2</sup>

Beckenfläche unbeheizt: 900,0 m<sup>2</sup>

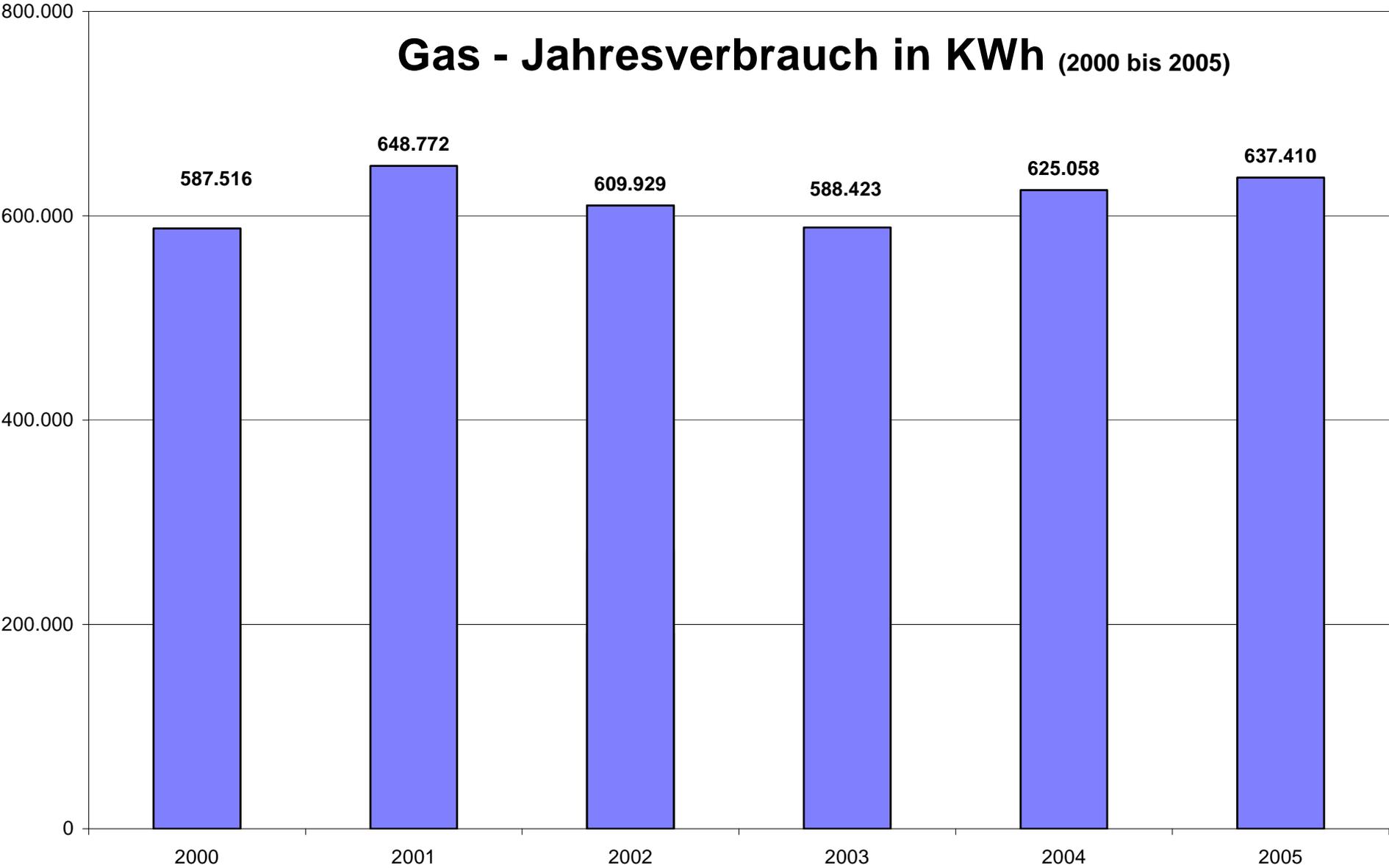
## IV. Aktuelle Verbrauchswerte

### 1. Gasverbrauch Hallen- und Freibad Friesoythe

2000:	587.516 KWh
2001:	648.772 KWh
2002:	609.929 KWh
2003:	588.423 KWh
2004:	625.058 KWh
2005:	637.410 KWh

Mittelwert: 616.176 KWh/a = 616,18 MWh/a

Heizenergiebedarf des Hallenbades:	74,5 %
Heizenergiebedarf des Freibades:	25,5 %
Verbrauchsanteil Hallenbad:	458,9 MWh
Verbrauchsanteil Freibad:	157,3 MWh
Installierte Kesselleistung:	151 KW (Buderus)
Aktueller Wärmeleistungsbedarf:	200 KW
Wärmeleistungsbedarf:	200 KW
Wärmeleistungsbedarf Freibad:	200 KW
Wärmeleistungsbedarf Hallenbad:	150 KW



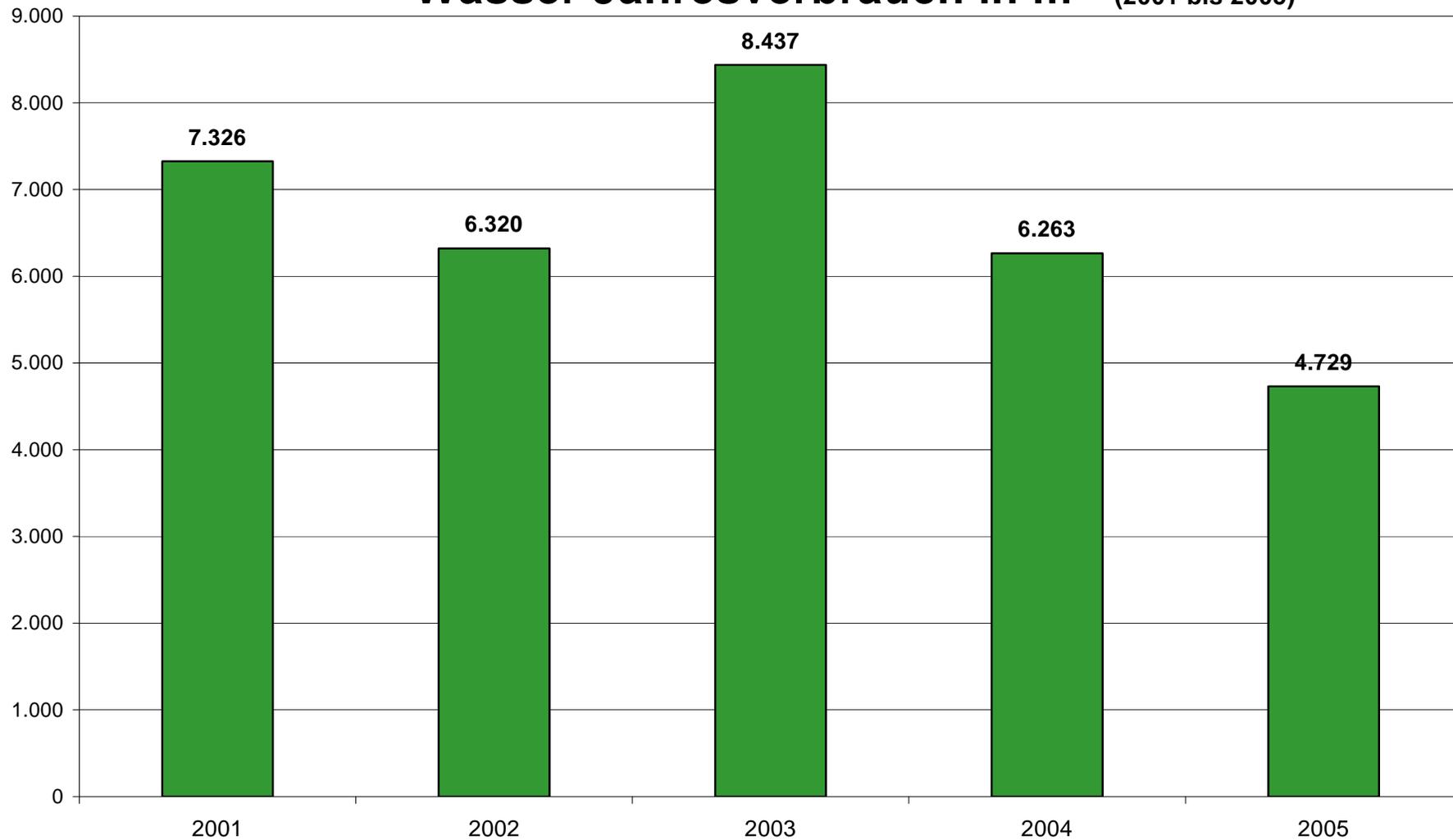
## 2. Wasserverbrauch Hallen- und Freibad Friesoythe

2001:	7.326 m <sup>3</sup>	
2002:	6.320 m <sup>3</sup>	
2003:	8.437 m <sup>3</sup>	
2004:	6.263 m <sup>3</sup>	
2005:	4.729 m <sup>3</sup>	Im April 2005 zwei Wochen geschlossen!
Mittelwert:	6.615 m <sup>3</sup> /a	

## 3. Stromverbrauch Hallen- und Freibad Friesoythe

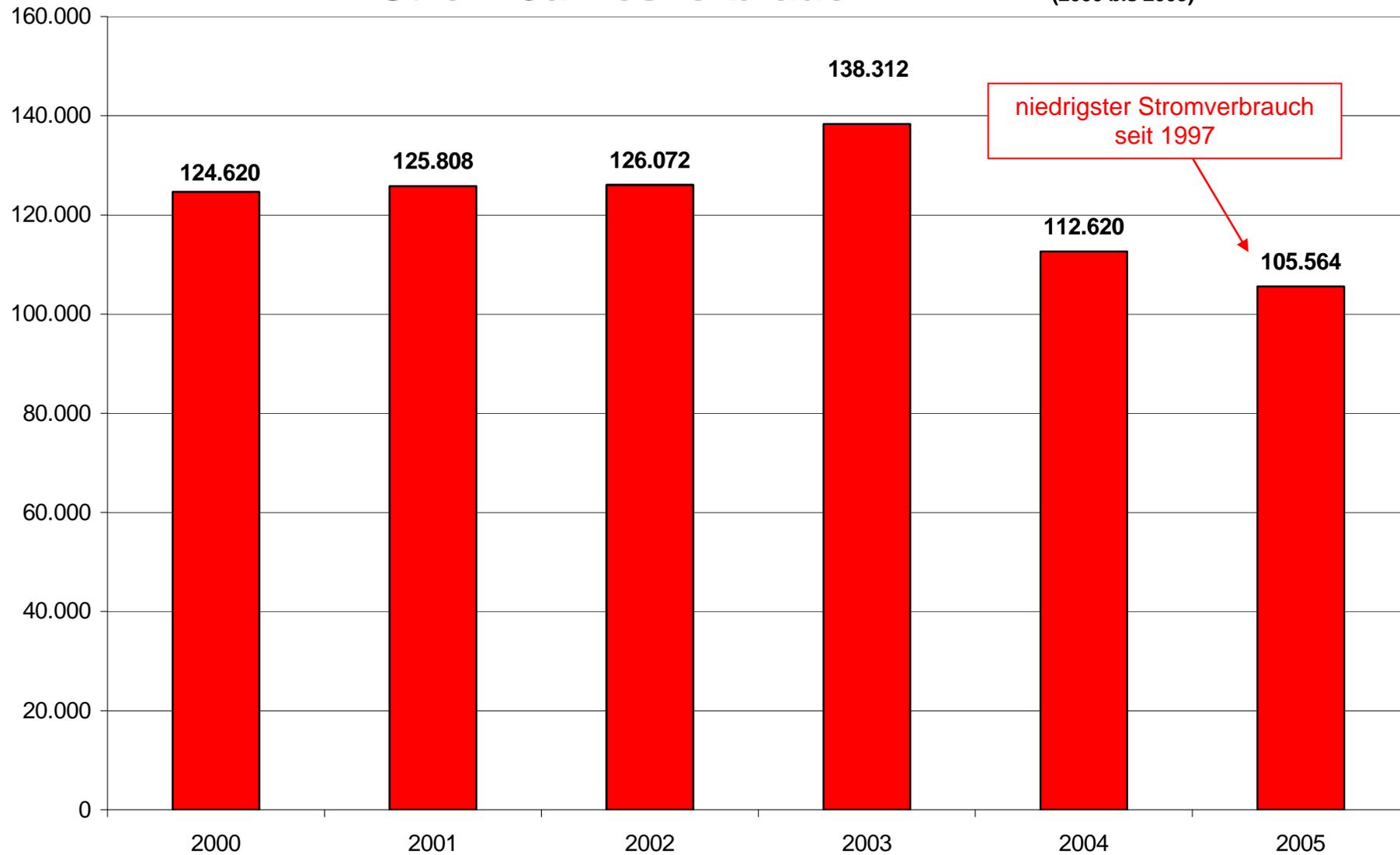
2000:	124.620 KWh
2001:	125.808 KWh
2002:	126.072 KWh
2003:	138.312 KWh
2004:	112.620 KWh
2005:	105.564 KWh
Mittelwert:	122.166 KWh/a = 122,17 MWh/a

## Wasser Jahresverbrauch in m<sup>3</sup> (2001 bis 2005)



Im **April 2005** war das Hallen- und Freibad Friesoythe für zwei Wochen geschlossen.

## Strom Jahresverbrauch in KWh (2000 bis 2005)



#### 4. Besucherzahlen

Das Hallen- und Freibad Friesoythe wird hauptsächlich von Schulen und Vereinen genutzt.

Die Gesamtbesucherzahl liegt bei ca. 70.000 Besuchern /a, die sich wie folgt aufteilen:

- ca. 80 % Schulen und Vereine            56.000 Besucher/a
- ca. 20 % allgemeine Nutzung            14.000 Besucher/a

Mittelwert: 70.000 Besucher/a

#### 5. Spezifische Verbrauchswerte

Durchschnittlicher Jahresverbrauch pro Besucher im Jahr

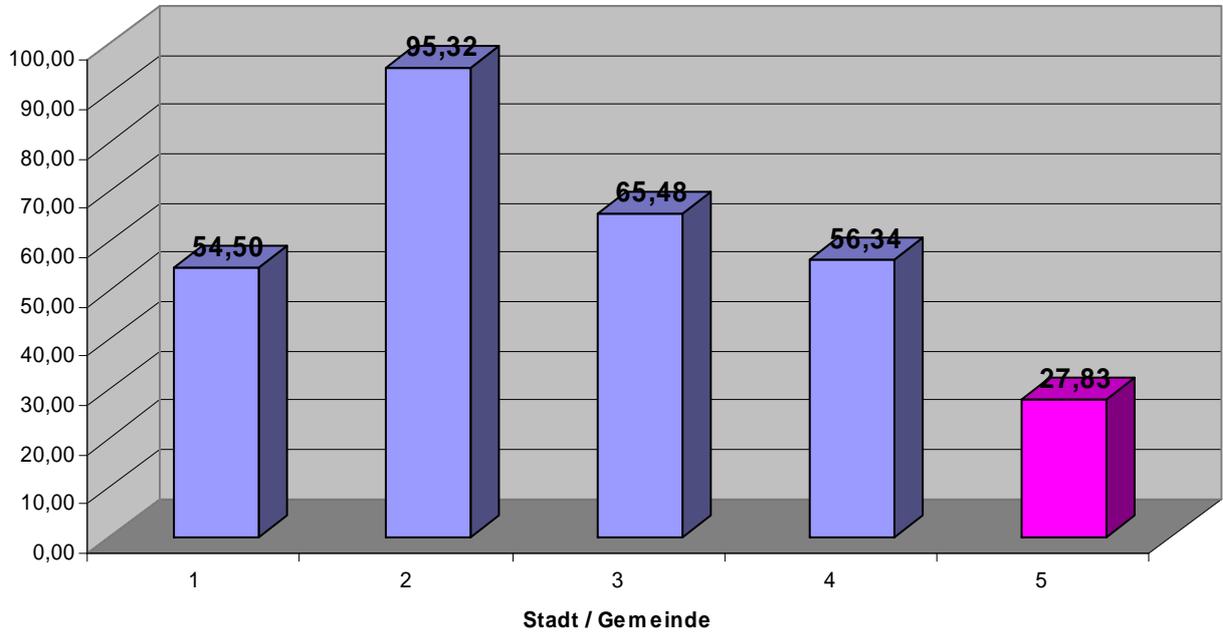
Strom, Wasser, Gas

Strom:        1,75    KWh    pro Besucher im Jahr

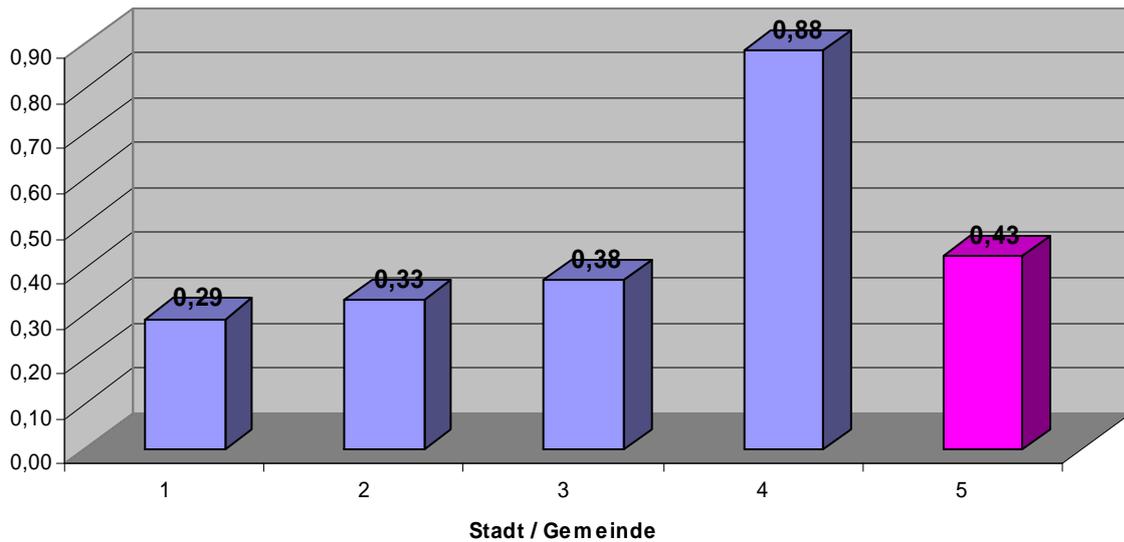
Wasser:      0,09    m<sup>3</sup>     pro Besucher im Jahr

Gas:         8,80    KWh    pro Besucher im Jahr

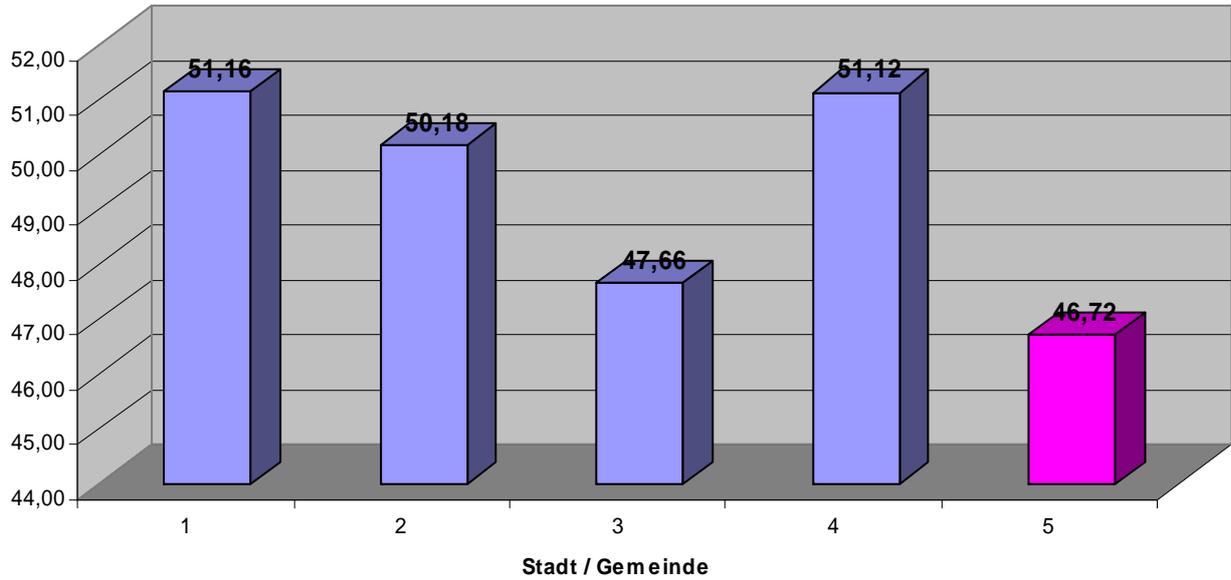
Bäder im Vergleich  
Personalkosten in Euro/Öffnungsstunde



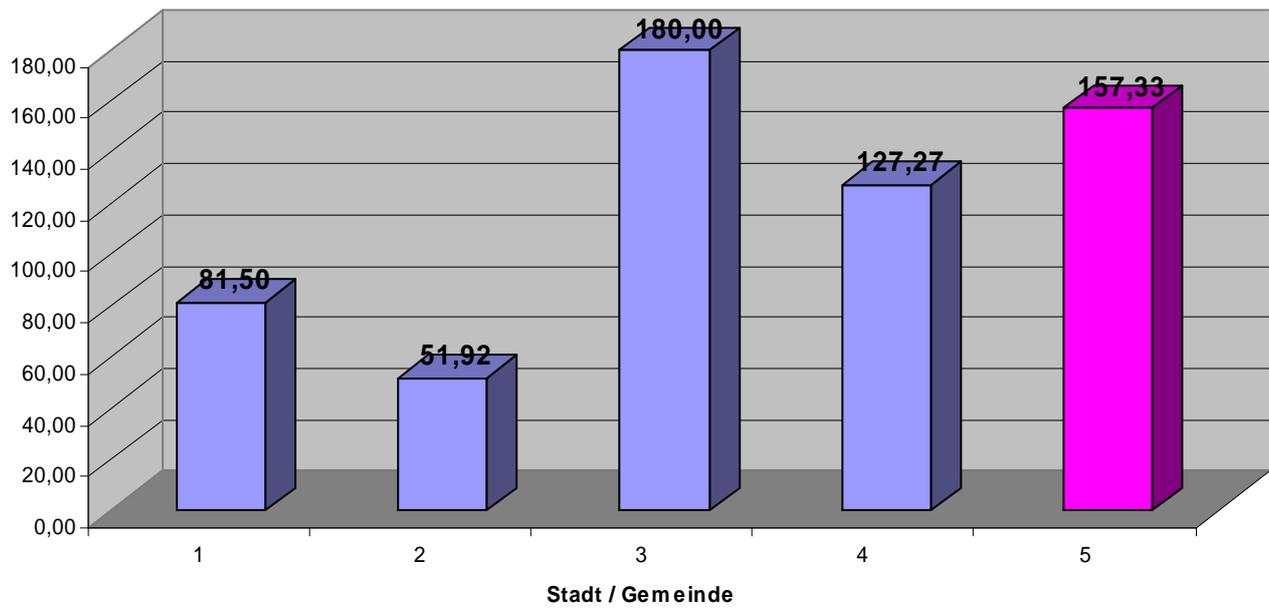
Bäder im Vergleich  
Gaskosten in Euro/Person



Bäder im Vergleich  
Wasserverbrauch in Liter/Person



Bäder im Vergleich  
Stromverbrauch in kWh/qm



## V. Möglichkeiten zur Verringerung des Energieverbrauchs

### 1. Erneuerung der Wärmeerzeugeranlage durch Einsatz eines wirtschaftlicheren Brennwertgerätes anstelle des „alten“ Heizkessels.

Es wird empfohlen, die vorh. Kesselanlage gegen eine wirtschaftlichere Lösung auszutauschen.

Kostenschätzung:

1 Stück Heizkessel, Buderus, Baujahr 1983, 151 KW demonstrieren, aus dem Heizraum schaffen und für den Einbau eines neuen Brennwertgerätes vorbereiten.

Pauschal 1.500,00 €

1 Stück Umbau der Anbindung an Kesselvor- und Rücklauf.

Pauschal 2.500,00 €

1 Stück Brennwertkessel 250 KW liefern und mit neuem Abgassystem, Verbindungen zu Kesselvor- und Rücklauf, modulierender und lastabhängiger Regelung, einbauen, einregulieren und betriebsbereit herrichten.

Pauschal 30.000,00 €

-----  
34.000,00 €

**Einsparpotenzial:**

vorhandener Verbrauch im Mittel: 616,18 MWh/a

Gaspreis 0,045 €/KWh

Wirkungsgradverbesserung = 35 %

**Einsparung:**

35,0 %/a von 616,18 MWh/a = 215,66 MWh/a

215,66 MWh/a x 1.000 x 0,045 €/KWh = 9.704,70 €/a

**Betrachtung der Wirtschaftlichkeit, dynamisch:**

a) Annuitätsfaktor (Tilgungsfaktor)

a = Annuitätsfaktor  
I = Investition  
p = Zinssatz  
n = Lebensdauer

$$a = \frac{p \times (1 + p/100)^n}{(1+p/100)^n - 1}$$

mit p = 4 % und n = 20 Jahre

a = 7,36 %

b) Kapitalkosten

Kapitalkosten = Investitionsaufwand x Tilgungsfaktor

$$Kk = I \times a$$

Kapitalkosten = 34.000,00 € x 7,36 % = 2.502,40 €/a

**Ersparnis:**

Ersparnis = Einsparung – Kapitalkosten

$$\text{Ersparnis} = 9.704,70 \text{ €/a} - 2.502,40 \text{ €/a} = \mathbf{7.202,30 \text{ €/a}}$$

**Amortisation:**

Amortisation:	Investition ----- Ersparnis
	34.000,00 € ----- 7.202,30 €

**4,72 Jahre**

**Rentabilität: 21,18 %**

## 2. Einsatz einer Solaranlage zur Beckenerwärmung

Das Nichtschwimmerbecken im Freibad wird nur beheizt.

Im Falle des kombinierten Betriebes, Hallenbad bei schlechtem Wetter, Freibad bei gutem Wetter, stehen hier folgende Grundsatzüberlegungen an:

Durch wirtschaftliche Beheizung durch Sonnenenergie käme an Stelle des Gleichzeitigkeitsbetriebes von Hallen- und Freibad ein Alternativbetrieb in Betracht.

Wenn im Sommer ein beheiztes Freibad angeboten wird, ist zu prüfen, ob nicht das Hallenbad zwecks Kostenreduzierung an solchen „Schön-Wetter-Phasen“ geschlossen werden kann, und inwieweit dies der Bevölkerung zuzumuten ist.

Bisher ist das Hallenbad nur in den Sommerferien geschlossen.

Bei der nachstehenden Betrachtung ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nicht aussagekräftig, weil zurzeit im Wesentlichen auf eine Beheizung verzichtet wird, und stattdessen das Hallenbad angeboten wird.

Hier wird daher nur verglichen, wieviel Energie benötigt würde, wenn das Freibad mit Gas im Vergleich zur Sonnenenergie beheizt würde.

### Investitionskosten:

1 Stück      Sonnenheizung bestehend aus Tragekonstruktion und aus Herrichten von Teilflächen auf das Dach des Hallenbades, mit Absorbern, Regelung Schwimmbadwasser Vor- und Rücklaufleitung, Solarpumpe, Entlüftung, statischen Berechnungen und allem Zubehör, einschl. Grabungsarbeiten, Umbauten im Schwimmbadwasserversorgungsbereich usw.

420 m<sup>2</sup> Absorber x 180 €/m<sup>2</sup>                      75.600,00 €

**Energieertrag aus der Sonne:**

$$420 \text{ m}^2 \times 450 \text{ KWh/m}^2 = 189.000 \text{ KWh/a} = 189 \text{ MWh/a}$$

**Nutzen aus Sonnenenergie**

$$189.000 \text{ KWh/a} \times 0,045 \text{ €/KWh} = \underline{\underline{8.505,00 \text{ €/a}}}$$

**Betrachtung der Wirtschaftlichkeit, dynamisch:**

a) Annuitätsfaktor (Tilgungsfaktor)

a = Annuitätsfaktor  
I = Investition  
p = Zinssatz  
n = Lebensdauer

$$a = \frac{p \times (1 + p/100)^n}{(1+p/100)^n - 1}$$

mit p = 4 % und n = 25 Jahre

$$\underline{\underline{a = 4,0 \text{ %}}}$$

b) Kapitalkosten

Kapitalkosten = Investitionsaufwand x Tilgungsfaktor

$$Kk = I \times a$$

$$\text{Kapitalkosten} = 75.600,00 \text{ €} \times 4,0 \text{ \%} = 3.024,00 \text{ €/a}$$

**Ersparnis:**

Ersparnis = Einsparung – Kapitalkosten

$$\text{Ersparnis} = 8.505,00 \text{ €/a} - 3.024,00 \text{ €/a} = 5.481,00 \text{ €/a}$$

**Amortisation:**

Amortisation:	Investition
	-----
	Ersparnis
	75.600,00 €
	----- a
	5.481,00 €

**13,8 Jahre**

**Rentabilität: 7,25 %**

### 3. Einbau einer thermischen Solaranlage für Brauchwassererwärmung

Die Hauptöffnungszeit des Freibades liegt im Sommer.

In dieser Zeit ist das Angebot an Sonnenenergie besonders hoch.

Es ergeben sich somit ideale Voraussetzungen für den Einsatz einer thermischen Nutzung von Sonnenenergie für die bisherige elektr. beheizte Brauchwassererwärmung:

#### Investitionskosten:

32 m <sup>2</sup>	Sonnenkollektoren für Dachmontage inkl. Ständerwerk und allem Zubehör für die Erwärmung eines Solarspeichers 750 l	
	à 250 €/m <sup>2</sup>	8.000,00 €
1 Stück	Solarspeicher 750 l ordern und Warmwasserbereiter optimiert einbinden	
	Pauschal	4.500,00 €
1 Stück	komplette Solarstation bestehend aus: Solardruckgefäß, Solarpumpe, Thermometer, Regelung, Kugelhähne, Sicherheitsventil, Wärmeschutz, einschl. Verdrahtung und Verkabelung.	
	Pauschal	2.500,00 €
1 Stück	mit 40% Glykol gefüllte Verbindungsleitung DN 25 zwischen Solarkollektoren und Solarspeicher.	
	Pauschal	2.000,00 €
		-----
		<u>17.000,00 €</u>

**Energieertrag aus der Sonne**

$$32 \text{ m}^2 \times 450 \text{ KWh/m}^2 \text{ a} = 14.400,00 \text{ KWh/a}$$

**Einsparung durch Sonnenenergie:**

$$14.400 \text{ KWh/a} \times 0,15 \text{ €/KWh} = \underline{\underline{2.160,00 \text{ €/a}}}$$

**Betrachtung der Wirtschaftlichkeit, dynamisch:**

a) Annuitätsfaktor (Tilgungsfaktor)

a = Annuitätsfaktor  
I = Investition  
p = Zinssatz  
n = Lebensdauer

$$a = \frac{p \times (1 + p/100)^n}{(1+p/100)^n - 1}$$

mit p = 4 % und n = 20 Jahre

$$\underline{\underline{a = 7,36 \%}}$$

b) Kapitalkosten

Kapitalkosten = Investitionsaufwand x Tilgungsfaktor

$$Kk = I \times a$$

$$\text{Kapitalkosten} = 17.000,00 \text{ €} \times 7,36 \% = \underline{\underline{1.251,20 \text{ €/a}}}$$

**Ersparnis:**

Ersparnis = Einsparung – Kapitalkosten

$$\text{Ersparnis} = 2.160,00 \text{ €/a} - 1.251,20 \text{ €/a} = 908,80 \text{ €/a}$$

**Amortisation:**

Amortisation:	Investition
	-----
	Ersparnis
	17.000,00 €
	----- a
	908,80 €

**18,7 Jahre**

**Rentabilität: 5,35 %**

Eine Rentabilität von unter 6 % reicht hier zwar nicht zu einer Empfehlung aus wirtschaftlicher Erwägung. Jedoch wird aus ökologischen Gründen und aufgrund der relativ geringen Investitionshöhe eine Empfehlung zur Ausführung ausgesprochen.

#### 4. Einsatz eines Blockheizkraftwerkes

Die Stromabnahme soll dauernd gewährleistet sein, damit möglichst hohe Laufzeit gewährleistet ist.

Das BHKW wird durch die Nutzung im Sommer im Freibad und im Winter für das Hallenbad ganzjährig genutzt.

Gewähltes BHKW:

5.000 Betriebsstunden

20 KW elektrisch

40 KW thermisch

#### Produzierter thermischer Nutzen:

$$5.000 \text{ h/a} \times 40,0 \text{ KW} = 200.000 \text{ KWh/a}$$

#### Produzierter Strom:

$$5.000 \text{ h/a} \times 20 \text{ KW} = 100.000 \text{ KWh/a}$$

#### Energieaufwand:

Wirkungsgrad:  $\eta = 0,80$

$$\frac{60 \text{ KW} \times 5.000 \text{ h}}{0,80} = 375.000 \text{ KWh/a}$$

**Nutzen:**

Thermisch	200.000 KWh x 0,045 €/KWh	=	9.000,00 €/a
Strom:	100.000 KWh x 0,15 €/KWh	=	<u>15.000,00 €/a</u>
			24.000,00 €/a

**Investition:**

20 KW <sub>el</sub>	x 1.500,00 €/KW	=	30.000,00 €
---------------------	-----------------	---	-------------

**Kosten:**

a) Brennstoffkosten:

375.000 KWh/a	x 0,032 €/KWh	=	12.000,00 €/a
---------------	---------------	---	---------------

b) Wartungskosten

100.000 KWh/a	x 0,013 €/KWh	=	1.300,00 €/a
---------------	---------------	---	--------------

c) Instandhaltung

100.000 KWh/a	x 0,010 €/KWh	=	1.000,00 €/a
---------------	---------------	---	--------------

e) Kapitalkosten

Kk = Kapitalkosten = Investitionsaufwand x Tilgungsfaktor

$$Kk = I \times a \quad I = 30.000,00 \text{ €}$$

a = Annuitätsfaktor

I = Investition

p = Zinssatz

n = Lebensdauer

$$a = \frac{p \times (1 + p/100)^n}{(1+p/100)^n - 1}$$

mit p = 5 % und n = 15 Jahre

$$\underline{a = 9,63 \%}$$

Dipl.-Ing. Norbert Averdung  
Ingenieurgesellschaft mbH

Kapitalkosten:

$$Kk = 30.000,00 \text{ €} \times 9,63 \% = 2.889,00 \text{ €/a}$$

Aufwand ökosteuerbefreit:

$$100.000 \text{ KWh} \times 0,032 \text{ €/KWh} = 3.200,00 \text{ €/a}$$

**Ersparnis:**

Ersparnis = Einsparung – Kapitalkosten

$$\text{Ersparnis} = 6.500,00 \text{ €/a} - 2.889,00 \text{ €/a} = 3.611,00 \text{ €/a}$$

**Amortisation:**

Amortisation:	Investition
	-----
	Ersparnis
	30.000,00 €
	----- a
	3.611,00 €

**8,30 Jahre**

**Rentabilität: 12,03 %**

## 5. Optimierung der Regelung, der Temperatur und Luftfeuchte im Bad

Die Regelung ist in einem intakten Zustand, sollte jedoch im Zuge der Kesselsanierung erneuert werden.

Es bestehen noch folgende investive Möglichkeiten:

- Einsatz eines Optimierungsmanagements der Regelung für Feuchte, Temperatur und Aussenluftanteils.
- Feuchteverschiebung ausserhalb der Nutzungszeiten.
- Einsatz einer Sonnen- und Windaufschaltung.

### Investitionskosten:

1 Stück Einbau eines Optimierungsmanagements für Feuchte, Temperatur und Aussenluftanteils für:

Pauschal 2.500,00 €

1 Stück Aufschaltung einer sogenannten Sonnen- und Windaufschaltung.

Pauschal 2.000,00 €

1 Stück Aufschaltung einer Feuchteverschiebung.

Pauschal 3.500,00 €

-----  
8.000,00 €

Beeinflussbar ist nur der Anteil des Energiebedarfs, der durch die Faktoren Wind, Sonne und Verdunstung im Schwimmbad anfällt. Der Energiebedarf für den Umkleidebereich sowie für die Becken- und Brauchwassererwärmung wird hier nicht tangiert.

Der durchschnittliche Gasverbrauch des Anteils des Hallenbades ist durch diese Maßnahme beeinflussbar und beträgt 458.900 KWh/a.

**Einsparpotentiale Regelung:**

Feuchteverschiebung	ca. 2 %
Optimierung	ca. 2 %
Bessere Regelcharakt. Ingesamt.	ca. 1 %
	-----
	ges. 5 %

5 % von 458.900 KWh/a = 22.945,00 KWh/a

**Mögliche Einsparung:**

22.945 KWh/a x 0,045 €/KWh = **1.032,53 €/a**

**Amortisation:**

Amortisation:	Investition
	-----
	Einsparung
	8.000,00 €
	----- a
	1.032,53 €

**7,75 Jahre**

**Rentabilität: 12,91 %**

## 6. Optimierung der Beckenwasseraufbereitung

Im Folgenden soll geprüft werden, ob im Hallen- und Freibad  
Ein Einsparpotenzial beim Wasserverbrauch vorliegt oder nicht.

unvermeidbarer Wasserverbrauch:

a) Erstbefüllung: 1.500,00 m<sup>3</sup>/a

b) Dusch- und Brauchwasser

70.000 Pers./a x 40 L/Pers = 2.800,00 m<sup>3</sup>/a

c) Mindestbedarf für Frischwasser

70.000 Pers./a x 30 L/Pers = 2.100,00 m<sup>3</sup>/a  
-----

Summe: 6.400,00 m<sup>3</sup>/a

tatsächlicher Wasserverbrauch = 6.615,00 m<sup>3</sup>/a

Differenz / Einsparpotenzial = **215,00 m<sup>3</sup>/a**

Der Wasserverbrauch in den vergangenen Jahren ist so  
niedrig, dass praktisch keine Einsparungen möglich  
sind.

## 7. Einsatz einer Photovoltaikanlage

Die Stromgewinnung aus der Sonne ist besonders in der neuesten Berichterstattung durch besondere Förderpräferenz durch gekennzeichnet.

Es wird zur Förderung ein Rückkaufpreis von 51,80 Cent/KWh für 20 Jahre garantiert, sofern die Anlage eine Leistung von 30 KW nicht überschreitet.

Weitere Rahmenbedingungen, wie z.B. die jährliche Senkung der Mindestvergütung um jeweils 5 %, müssen zum Zeitpunkt der Baumaßnahme nochmals geprüft werden, um eventuell auftretende Veränderungen in die Betrachtung mit einbeziehen zu können.

Die Investition wird überdies durch ein zinsloses Darlehen und zusätzlichen Erlass der letzten Tilgungsrate gefördert.

Es wird auf eine Diskussion verzichtet, ob eine Kommune als öffentliche Hand eher volkswirtschaftlich den Einsatz einer Photovoltaikanlage betrachten sollte.

Hier wird deshalb die Förderung in allen 3 Punkten als gegeben vorausgesetzt.

Selbstverständlich ist diese Betrachtung „objektneutral“, da eine Anlage nicht an den Standort, Hallen- und Freibad Friesoythe, gebunden sein muß. Der produzierte Strom wäre nämlich mit 51,80 Cent/KWh selbstverständlich nicht zur eigenen Bedarfsdeckung geeignet, sondern nur für die Einspeisung in das öffentliche Netz.

Der vom Hallen- und Freibad Friesoythe benötigte Strom müsste aus betriebswirtschaftlichen Gründen weiter für ca. 0,25 €/KWh bezogen werden.

Die nachstehende Berechnung ist daher rein exemplarisch:

**Investitionsaufwand:**

1 Stück PV-Komplettanlage, 16,2 KWp Generatorleistung,  
bestehend aus:  
Solarmodule als Hochleistungsmodule, 1 Unterkonstruktion für Aufdachmontage mit Dachhaken, Montageschienen, Modul-Halte-Platten, Verbinderkrallen, Schrauben und Muttern, Stringwechselrichtern, Solarkabel, usw., komplett liefern und montieren.

Pauschal 75.000,00 €

1 Stück Für die AC-seitige Anschlussverbindung zum EWE-Netz Zählereinbautafel und Zählereinbau- und Sicherungsmaterial liefern und montieren.  
10 Meisterstunden für die Verdrahtung, Inbetriebnahme und Dokumentation.

Pauschal 11.500,00 €

-----

86.500,00 €

**Betrachtung der Wirtschaftlichkeit:**

An das Netz abzuliefernde Energie:

Leistung: 16,37 KWp

Voll-Sonnenstunden: 700 h/a.

Stromproduktion:

700 h/a x 16,37 KWp = 11.455 KWh/a

Vergütungsanspruch:

11.455 KWh x 0,518 €/KWh = 5.933,69 €/a

**Amortisation:**

Amortisation:	Investition
	-----
	Einsparung
	86.500,00 €
	----- a
	5.933,69 €

**14,58 Jahre**

**Rentabilität: 6,86 %**

**Die Investition ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht zu empfehlen.**

## 8. Einsatz einer Hackschnitzelanlage

Eine Hackschnitzelanlage als Wärmeerzeuger ist in der heutigen Zeit denkbar. Mit Hinblick auf die ständig steigenden Energiepreise, sind Anlagen aus dem Programm der Nachwachsenden Rohstoffe zu empfehlen.

Die Erfahrungen im Umgang mit diesen Anlagen sind in den vergangenen Jahren weit vorangeschritten, so dass im Punkte Zuverlässigkeit und Regelungskomfort keine Nachteile zu konventionellen gas- oder ölbefeuerten Anlagen zu befürchten sind.

### Investitionsaufwand:

1 Stück	Wärmeerzeugungsanlage, lambdageregelt, mit vollautomatischer Verfeuerungsanlage, Leistung: 200 KW Aschecontainer, Hydraulikaggregate, Schaltschrank, Montage und Inbetriebnahme	
	Summe:	62.000,00 €
1 Stück	Container zur Aufstellung der Wärmeerzeugungs- anlage	
	Summe	6.000,00 €
1 Stück	Nahwärmearbeitung zum Hallen- und Freibad, einschließlich Wärmemengenzähler, Tiefbauarbeiten usw.	
	Summe	5.000,00 €
1 Stück	Brennstofflager, Pflasterung, Logistik	7.000,00 €
1 Stück	Baunebenkosten, Genehmigungsgebühren, Blmsch – Planung, Ing.-Leistungen	7.500,00 €
		-----
	Summe, gesamt	<u>87.500,00 €</u>

**Nutzen:**

Durchschnittlicher Jahresverbrauch bisher: 616,18 MWh /a

**Betrachtung der Wirtschaftlichkeit, dynamisch**

**Kosten:**

**Brennstoffkosten (Gas)**

616,18 MWh/a x 50,00 €/MWh = 30.809,00 €/a

**Betrieb, Wartung und Instandhaltung (Gas)**

616,18 MWh/a x 15,00 €/MWh = 9.242,70 €/a

Summe = 40.051,70 €/a

**Brennstoffkosten (Hackschnitzel)**

616,18 MWh/a x 17,00 €/MWh = 10.475,06 €/a

**Wartung und Instandhaltung (Hackschnitzel)**

616,18 MWh/a x 20,00 €/MWh = 12.323,60 €/a

Summe = 22.798,66 €/a

**Einsparpotenzial**

= 40.051,70 €/a – 22.798,66 €/a = 17.253,04 €/a

### Kapitalkosten

Kk = Kapitalkosten = Investitionsaufwand x Tilgungsfaktor

$$Kk = I \times a \quad I = 87.500,00 \text{ €}$$

a = Annuitätsfaktor

I = Investition

p = Zinssatz

n = Lebensdauer

$$a = \frac{p \times (1 + p/100)^n}{(1+p/100)^n - 1}$$

*unter Einbeziehung verbilligter, geförderter Kredite*

mit p = 3 % und n = 20 Jahre

$$a = \underline{6,72 \%}$$

Kapitalkosten:

$$Kk = 87.500,00 \text{ €} \times 6,72 \% = \underline{5.880,00 \text{ €/a}}$$

### Ersparnis:

Ersparnis = Einsparung – Kapitalkosten

$$\text{Ersparnis} = 17.253,04 \text{ €/a} - 5.880,00 \text{ €/a} = \underline{11.373,04 \text{ €/a}}$$

### Amortisation:

$$\text{Amortisation:} \quad \frac{\text{Investition}}{\text{Ersparnis}} = \frac{87.500,00 \text{ €}}{11.373,04 \text{ €}} a$$

7,7 Jahre

Rentabilität: 13,0 %

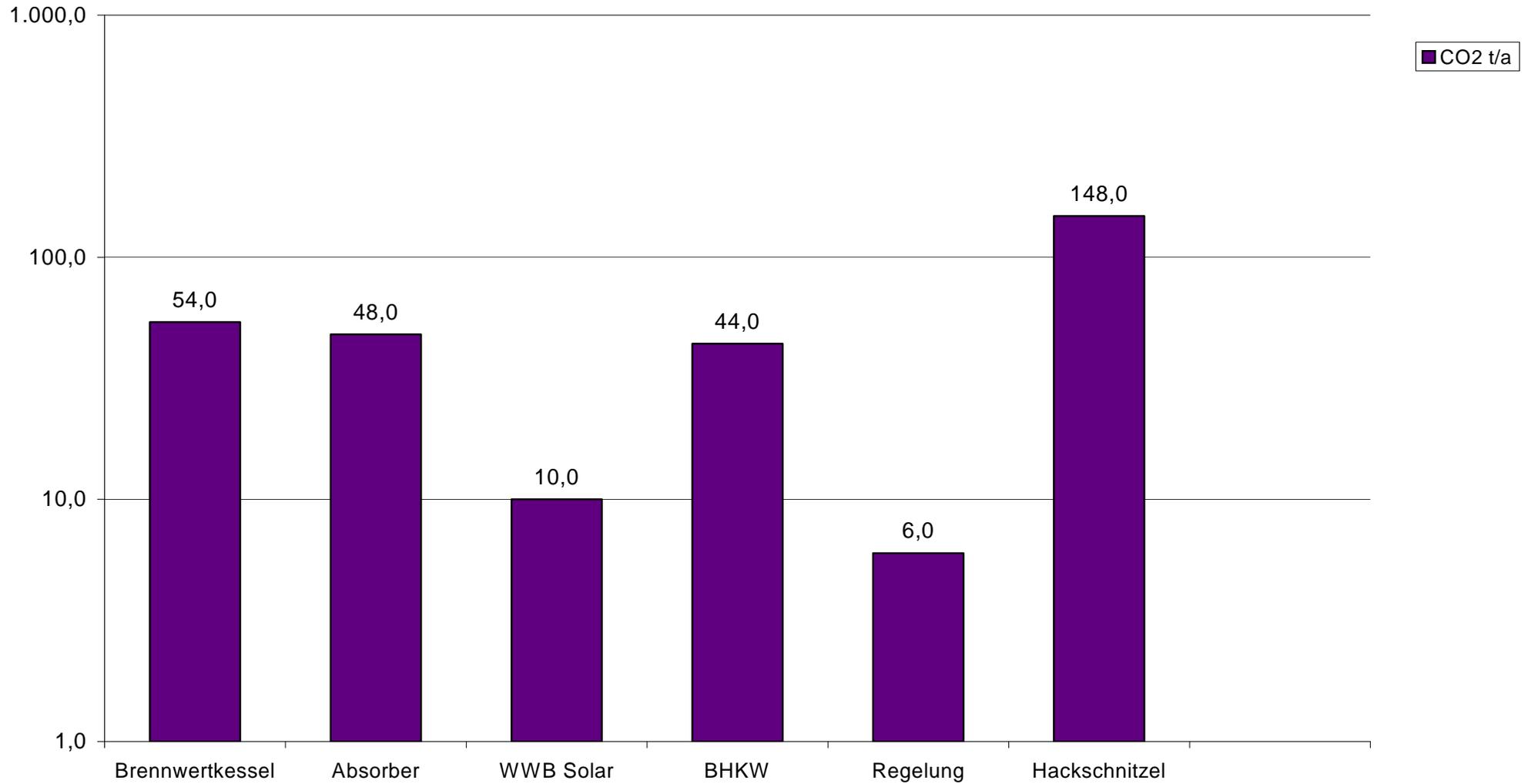
VI. Minderung der Schadstoffemission sowie der äquivalenten CO<sub>2</sub>-Emission durch Stromproduktion.

Die nachstehende Tabelle ist eine Übersicht, in der mit Verbrennungsvermeidungen oder Stromgewinn zu rechnen ist.

1.	Erneuerung der Wärme- erzeugeranlage.	215.660 KWh/a
2.	Einsatz einer Solaranlage zur Becken- erwärmung.	189.000 KWh/a
3.	Thermische Solaranlage für Brauch- wassererwärmung.	14.400 KWh/a
4.	Einsatz eines BHKW's.	100.000 KWh/a
5.	Optimierung der Regelung.	22.495 KWh/a
6.	Optimierung der Beckenwasser- aufbereitung.	keine Minderung
7.	Einsatz einer Photovoltaikanlage.	11.455 KWh/a
8.	Einsatz einer Hackschnitzel-Feuerung	220.750 KWh/a



## Minderung der CO2 Emissionen im Hallen- u. Freibad Friesoythe



## VII. Fazit und Ausführungsvorschlag

Es wird empfohlen, folgende Maßnahmen durchzuführen:

1.	Erneuerung der Wärmeerzeugeranlage.	34.000,00 €
2.	Einsatz einer Solaranlage zur Beckenerwärmung.	75.600,00 €
3.	Einbau einer Solaranlage für Brauchwassererwärmung.	17.000,00 €
4.	Einbau eines BHKW's.	30.000,00 €
5.	Optimierung der Regelung.	8.000,00 €
6.	Einsatz eines Wärmeerzeugers mit Hackschnitzel	87.500,00 €
		-----
		<u>252.100,00 €</u>

### Variante 01:

**Brennwertanlage, Solaranlage für Becken- und Brauchwassererwärmung, BHKW und Optimierung der Regelung:**

**Summe: 164.600,00 €**

### Variante 02:

**Hackschnitzelkessel, Solaranlage für Becken- und Brauchwassererwärmung, BHKW und Optimierung der Regelung:**

**Summe: 218.100,00 €**

**Kosten / Nutzen Variante 01**

Mit einer weitergehenden Investition von 164.600,00 € ließe sich eine Ersparnis von ca. 27.900,- €/a realisieren.

Das heißt, der Investition von 164.600,00 € stünde eine Amortisationszeit von 9,3 Jahren gegenüber, unter der Berücksichtigung der Kapitalkosten in der Höhe von 10.254,80 €

Die Rentabilität beträgt: 10,72 %

**Kosten / Nutzen Variante 02**

Mit einer weitergehenden Investition von 218.100,00 € ließe sich eine Ersparnis von ca. 35.450,- €/a realisieren.

Das heißt, der Investition von 218.100,00 € stünde eine Amortisationszeit von 10,0 Jahren gegenüber, unter der Berücksichtigung der Kapitalkosten in der Höhe von 13.632,80 €

Die Rentabilität beträgt: 10,00 %

## VIII. Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität im Frei- und Hallenbad Friesoythe.

Zur Steigerung der Attraktivität im Frei- und Hallenbad sind folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- 1.) Belebung der Gastronomie
- 2.) Vergrößerung des Spielangebotes
- 3.) Themenpark
- 4.) Riesenrutsche
- 5.) solarbeheiztes Schwimmerbecken (bereits in dem Maßnahmenkatalog zur Verringerung des Energieverbrauches untersucht.)

### **Geschätzte Investitionen für die einzelnen Maßnahmen:**

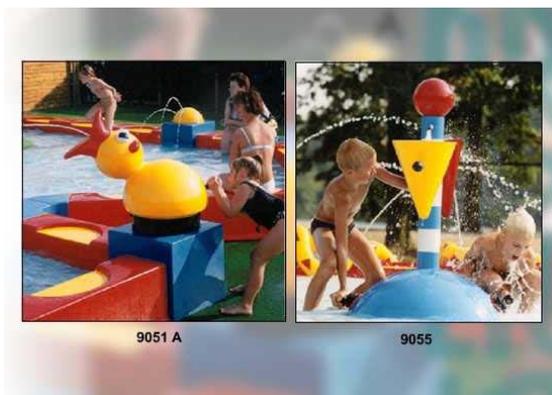
#### zu 1: **Belebung der Gastronomie**

- Biergarten mit freundlichem Ambiente
- Neugestaltung des Terrassencafes
- Aktionen, wie Open Air Kino und Beachparty

Investition: ca. 25.000,00 €

#### zu 2: **Vergrößerung des Spielangebotes**

- Schachfeld
- Erneuerung des Beachvolleyball-Feldes
- Überarbeitung der Tischtennisplätze
- Wasserspiele
- Tischfußball
- Animation



zu 3:

- **Themenpark: Piratenlandschaft**



Investition: ca. 65.000,00 €

zu 4:

**- Riesenrutsche**



Riesenrutsche:

Länge: 75 Meter

Höhe: 11 Meter

Investition: ca. 130.000,00 €

**Wirtschaftliche Betrachtung der Maßnahmen zur Attraktivitäts-  
Steigerung.**

Aus ökonomischen Gründen sollten nur Investitionen getätigt werden,  
wenn die Abschreibung und Zinsen mit einem angemessenen Zuschlag  
für Wagnis und Gewinn durch Mehreinnahmen ausgeglichen werden.

Hier ergibt sich folgender Bedarf an Mehreinnahmen:

$$12 \% \times 240.000,00 \text{ €} = \underline{\underline{28.800,00 \text{ €/a}}}$$

Eine derartige Einnahmensteigerung ist realistisch und mit guter Aus-  
sicht realisierbar.

## IX. Entwicklung des Bäderkonzeptes im Variantenvergleich

Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit stehen investive Maßnahmen im Vordergrund.

Es lassen sich die Kosten für Wärme, Strom und Gas durch Ausschöpfung der vorhandenen Einsparpotenziale senken.

Die Personalaufwendungen lassen sich praktisch nicht mindern, da diese bereits ohnehin auf ein Minimum reduziert wurden.

Die Ziele der Verbrauchsminderung und Attraktivitäts-Steigerung besäßen zu dem einen ökologischen Effekt und wären zur generellen Verbesserung der Infrastruktur des Standortes Friesoyhte geeignet.

Mit den Investitionen selbst wird ein weiterer konjunktureller Belebungsimpuls für die Wirtschaft gegeben.

Es stellt sich die Frage, wie ein geeignetes Bäderkonzept umzusetzen ist.

Die nachstehenden Varianten kommen dabei in Betracht:

## 1. Verbleib der Trägerschaft des Freibades bei der Stadt Friesoythe

Bei einem Verbleib des Frei- und Hallenbades in der Trägerschaft der Stadt Friesoythe ergäben sich folgende Probleme:

### a. Geldbeschaffung

Zinsverbilligte Darlehen wie Existenzgründungsdarlehen, KFW-Darlehn, „CO<sub>2</sub>-Minderungsförderung“, „Kapital für Arbeit“, usw. wie Bund und Länder sie fördern, werden in der Regel nur privaten Investoren gewährt.

Die Aufnahme eines Kommunalkredites bietet jedoch die Möglichkeit zur die Haushaltskasse zu entlasten.

### b. Erfolgsrisiko

Wenn die Stadt Friesoythe die Investitionen tätigt, liegen neben Risiken und die Kosten für die Kapitalbeschaffung sämtliche weitergehenden Erfolgsrisiken bei der Stadt,

- wie:
- Einnahmen-Entwicklung
  - Preissteigerung
  - Personalkosten
  - Reparaturen

Die Rücklageverpflichtungen über weitere Abschreibungen belasten weiterhin die Haushaltskasse.

Allein aus diesen beiden Umständen kommt hier tatsächlich nur eine reine technische Aufwertung bei einem Verbleib in der Kernverwaltung zum tragen.

Eine nachhaltige Haushaltsentlastung wäre nur durch Herabsetzung des Freizeitangebotes zu erzielen. Der bundesweite Trend zum Schließen der öffentlichen Bäder ist hier bezeichnend.

Für die Durchsetzung des Bäderkonzeptes ist daher ein Verbleib der Trägerschaft bei der Stadt Friesoythe nicht ausreichend geeignet.

## **2. Einrichten eines Regiebetriebes in der Kernverwaltung**

Es wäre denkbar, dass die Stadt Friesoythe in einem budgetgeführten Betrieb die Aufgaben der Geschäftsführung an eine private Person, oder an einen geeigneten Bediensteten aus der Stadtverwaltung delegiert.

Grundsätzlich könnte die Person innerhalb des vorgeschriebenen Budgets sich frei bewegen, und mit entsprechenden Entscheidungskompetenzen ausgestattet sein.

Die Motivation zum verantwortungsvollen Umgang mit den Medien wäre hervorragend geeignet das Einsparungspotential zu erschließen.

Um weitere Betriebskostensenkungen durchzuführen, bedarf es daher der Investitionen, die Motivation des Betreibers alleine reicht hier nicht.

Dem Vorteil einer relativen Haushaltssicherheit stünden folgende Nachteile gegenüber:

- a. Investitionsproblematik
- b. Beibehaltung der Personalstruktur.
- c. Erfolgsrisiken werden nicht nachhaltig gemindert.

**3. Einrichtung einer Betreibergesellschaft unter Beteiligung der Stadt mit einem privaten Betreiber – Public-Private-Partnership (PPP-Modell)**

Hier ergäbe sich die Möglichkeit der Beschaffung der Mittel aus geeigneten Förderprogrammen ebenso, wie eine deutliche Herabsetzung der Erfolgsrisiken, da entsprechend der Stammeinlage Risiko, Erfolg und Liquiditätseingabe geteilt würden.

Eine derartige Beteiligung der Kommune an der Betreibergesellschaft bietet den Vorteil des Mitspracherechtes und der Einsichtnahme in die Unternehmensentwicklung.

Kritisch gesehen werden muss hierbei, dass unter Umständen die Entscheidungsfreudigkeit durch die Notwendigkeit von Mehrheitsbeschlüssen gedämpft wird.

Die Mitwirkung der Stadt bei den Entscheidungsprozessen muss daher von vornherein geklärt werden,

Durch Ausschreibungen können Angebote über verschiedene Beteiligungsverhältnisse am Markt abgefragt werden.

#### 4. Wärmecontracting für die Hackschnitzelfeuerungsanlage

Ein Investor übernimmt die Kosten für den Bau einer Hackschnitzelfeuerungsanlage, mit allen notwendigen Komponenten wie sie zuvor beschrieben wurden.

Die Investition in der Höhe von 87.500,00 € wird von einem privaten Investor getätigt.

Es wird zwischen der Stadt Friesoythe und dem Investor ein Wärme-Liefervertrag über z.B. 20 Jahre Laufzeit geschlossen, in dem für die Stadt ein verminderter Wärmepreis von zum Beispiel 10 % unter dem aktuellen Gaspreis vereinbart wird.

##### Vorteile für die Stadt Friesoythe:

- keine Investition und damit eine sofortige Entlastung des Haushaltes, durch verminderte Verbrauchskosten
- die bestehende Wartungs- und Instandhaltungskosten werden gemindert
- keine Kapitalbindung für die Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlage, so dass Freiräume für Investitionen auf anderen Gebieten des Haushaltes entstehen.
- ökologisch wertvoller Beitrag der Stadt Friesoythe zur Reduzierung der CO<sub>2</sub> – Belastungen

## 5. Die reine Privatisierungslösung mit Heimfalloption

Ein privater Betreiber übernimmt den Betrieb des Frei- und Hallenbades durch Kauf, Erbkauf oder Anmietung als alleiniger Betreiber ohne Beteiligung der Öffentlichkeit.

In einem Betreibervertrag werden die im öffentlichen Interesse liegenden Ansprüche gestaltet, wie z.B.

- sozial gestaffelte Eintrittspreise
- Personalübernahme
- Arbeitsplatzgarantie
- Zutritt für Schulen und Vereine
- Investitionsverpflichtung
- Rückkauf durch Heimfalloption bei Kündigung
- Zuschussberechnung
- Inflationsausgleich usw.

Der Verlauf des Zuschusses muß auch für die Folgejahre fest geregelt werden, damit für die Stadt Friesoythe die Belastung im Haushalt fest geschrieben wird und somit hohe Haushaltssicherheit gewährleistet ist.

Nach dem europäischen Vergaberecht ist hier durch Ausschreibung der günstigste private Betreiber zu ermitteln.

**Der Betreiber verpflichtet sich:**

1. Die Investitionen zu tätigen.
2. Den Betrieb der Bäder aufrecht zu erhalten.
3. Die Interessen der Vereine und Schulen zu berücksichtigen.
4. Die Vertragspflichten wie ein Rechtsnachfolger aus den Arbeits- und Mietverträgen zu übernehmen.
5. Die Eintrittspreise unter sozialen Gesichtspunkten zu staffeln, wobei eine Anlehnung an Eintrittspreise vergleichbarer Bäder in Nachbar-Gemeinden erfolgen soll.
6. Den Schulen in städtischer Trägerschaft freien Eintritt zu gewähren.
7. Ansonsten für Schulen und Vereine ermäßigten Eintritt zu gleichen Konditionen wie bisher zu gewährleisten.
8. Eine Erhöhung des Zuschusses und der Eintrittspreise nur als Inflationsausgleich zu verlangen.
9. Die Objekte laufend instand zu halten und bei teilweiser oder völliger Zerstörung wieder herzustellen.
10. Die Baulichkeiten gegen Brand-, Sturm- und Wasserschaden zu versichern.
11. Weitere Pflichten entsprechend des Vertrages zu erfüllen.
12. Keine Belastungen auf Grund und Boden, sofern sie nicht im direkten Zusammenhang mit dem Frei- und Hallenbad stehen und zuvor mit der Stadt Friesoythe vereinbart wurden, zu bewirken.

**Die Stadt Friesoythe verpflichtet sich:**

1. Einen zu vereinbarenden Zuschuss jährlich an den Betreiber zu zahlen.
2. Die Realisierung der Maßnahmen zu fördern und zu erlauben.

Die zu erwartende Preissteigerung der Energiepreise erhöht den Effekt des Energiekonzeptes. Lohnsteigerungen usw. werden durch ansteigende Eintrittspreise und den Inflationsausgleich kompensiert.

Folgende Vorteile bietet die Privatisierung:

- a) Verschlankung der Verwaltung
- b) Kostenentlastung
- c) Abbau des Risikos
- d) Haushaltssicherheit
- e) Investitionen
- f) Konjunkturbelebung
- g) Attraktivitätssteigerung
- h) Umweltentlastung ..usw.

Aufgestellt: März 2006

Dipl.-Ing. N. Averdung  
Ingenieurgesellschaft mbH  
Juister Straße 11  
26871 Papenburg

Tel. 04961/94620  
Fax. 04961/946233