

**Machbarkeitsstudie  
für die ökologisch orientierte Modernisierung der  
Schwimmhalle in Hirschfelde**

**Abschlußbericht**

vom 12.12.2001

gefördert unter Az: 18824 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Wolfram Helm    Günter Keil  
IBEU Dresden e. V.  
Informations- und Beratungsinstitut  
für Energieeinsparung und Umweltschutz

**Machbarkeitsstudie  
für die ökologisch orientierte Modernisierung der  
Schwimmhalle in Hirschfelde**

**Abschlußbericht**

vom 12.12.2001

gefördert unter Az: 18824 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Wolfram Helm    Günter Keil  
IBEU Dresden e. V.  
Informations- und Beratungsinstitut  
für Energieeinsparung und Umweltschutz

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

**UMWELT  
STIFTUNG**



|                       |  |             |                 |                |                    |
|-----------------------|--|-------------|-----------------|----------------|--------------------|
| Az                    | <b>18824</b>   | Referat     | <b>24/0</b>     | Fördersumme    | <b>7.511,00 DM</b> |
| Antragstitel          | <b>Machbarkeitsstudie: Erarbeitung eines Lösungskonzeptes für die ökologisch orientierte Modernisierung der Schwimmhalle Hirschfelde</b> |             |                 |                |                    |
| Stichworte            | Energie, Studie  |             |                 |                |                    |
| Laufzeit              | Projektbeginn  | Projektende | Projektphase(n) |                |                    |
| <b>3 Monate</b>       |  |             | <b>1</b>        |                |                    |
| Zwischenberichte      |  |             |                 |                |                    |
| Bewilligungsempfänger | Gemeindeverwaltung Hirschfelde<br>Rosenstraße 3<br>02788 Hirschfelde   |             |                 | Tel            | 035843/2710        |
|                       |  |             |                 | Fax            | 035843/27124       |
|                       |  |             |                 | Projektleitung |                    |
|                       |  |             |                 | Herr Labisch   |                    |
|                       |  |             |                 | Bearbeiter     |                    |
| Kooperationspartner   |  |             |                 |                |                    |

### ***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Durch die Machbarkeitsstudie zur ökologisch orientierten Umgestaltung und Modernisierung der Schwimmhalle sowie zur Schaffung neuer organisatorischer Bedingungen sollen die Voraussetzungen für eine umfassendere und gezielte Nutzung der Einrichtung geschaffen werden. Kernstück sind dabei wirtschaftliche und umweltrelevante Aspekte sowie innovative Lösungsansätze bei der Anwendung neuer Technologien zur rationellen Energieverwendung bzw. -umwandlung. Damit verbundene Verringerungen der Betriebskosten und Erhöhungen der Einnahmen sollen zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Schwimmhalle führen. Weitere Ziel sind Nachhaltigkeit sowie eine Verringerung des Energieverbrauchs und der Emissionen. Die Modernisierung soll mit einem ökologisch orientierten hohen Innovationsniveau als Demonstrationsvorhaben realisiert werden und damit eine große Öffentlichkeits- und Bildungswirkung erzielen.

### ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

#### **Verändertes Nutzungskonzept:**

In Abstimmung mit den zuständigen kommunalen und staatlichen Stellen sowie interessierten Einrichtungen und Organisationen der Region und der grenznahen Gebiete in Polen ist ein verändertes Nutzungskonzept zu erarbeiten.

#### **Innovatives Energiekonzept:**

- Recherche zu mit öffentlichen Mitteln geförderten Modellprojekten im Bereich Schwimmhallensanierung, insbesondere auch des Typ's "Anklam", Ableitung von Schlußfolgerungen
- Analyse der typbedingten und der gebäudekonkreten energetischen Schwachstellen der Schwimmhalle (Gebäudehülle, Lüftung, Verdunstung, Warmwasserbereitung, Heizungsanlage, Elektroenergie)
- Vergleich mehrerer Varianten zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle zur Wärmerückgewinnung aus Abluft incl. Luftentfeuchtung der Hallenluft für ein neues Lüftungskonzept
- Darstellung der Emissionsminderungen durch die einzelnen Maßnahmen
- Untersuchung zur Einsparung von Wasser und zur rationellen Abwasserentsorgung
- Abgleich des Energie- und Wasserverbrauchs der Teillösungen mit vorhandenen Vergleichskennziffern im Schwimmhallenbereich
- Ableitung von Ergebnissen für die Nachnutzung in anderen Schwimmhallen des Typ's "Anklam"
- Modernisierungskonzept für die etappenweise Realisierung mit Kostenschätzungen

## **Ergebnisse und Diskussion**

Für die Schwimmhalle wurde ein verändertes Nutzungskonzept erarbeitet. Nach der Sanierung der Schwimmhalle und Wirksamkeit des neuen Nutzungskonzeptes sollen die Nutzung und die Einnahmen aus der Nutzung leicht gesteigert bzw. gehalten werden (ca. 41.000 Nutzungen/Jahr).

Merkmal der veränderten Nutzungskonzeption ist die gezielte Einbeziehung der Nutzung in grenzüberschreitende Projekte der Jugendarbeit, des Sports, der Umwelterziehung, der Gesundheitspolitik, des betreuten Tourismus und der internationalen Zusammenarbeit im Dreiländereck Deutschland, Tschechische Republik, Polen.

Im Rahmen der Projektarbeit werden die innovativen Elemente der Schwimmhallensanierung als Demonstrationsprojekt für die Umweltschutzbildung und die Öffentlichkeitsarbeit zur Energieeinsparung genutzt.

Für die umweltgerechte und energiesparende Sanierung und Rekonstruktion der Schwimmhalle wurden verschiedene innovative Lösungen untersucht, berechnet und bewertet sowie eine Analyse von Lösungen in anderen Schwimmhallen gleichen Typs vorgenommen. Im Ergebnis wurde eine Modernisierungskonzeption erarbeitet, welche wesentliche Einsparungen an Energie und Betriebskosten sowie Reduzierung der aus dem Energieverbrauch resultierenden Emissionen realisiert.

Im Mittelpunkt der vorgeschlagenen Lösungen stehen folgende Elemente:

- Wärmedämmung der Halle (mindestens nach Energieeinsparverordnung)
- Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung auf Basis Wärmetauscher und Wärmepumpe
- Wärmerückgewinnung aus Abwasser (bei großem Warmwasserbedarf)
- Anpassung der Wärmeenergieversorgung an den verringerten Wärmeenergiebedarf mit Wechsel des Energieträgers (automatische Holzhackschnitzelheizung)
- für die Elektroenergieversorgung wird in einem Folgeprojekt der Einsatz von Brennstoffzellen bzw. Stirling-Motoren untersucht.
- neues Nutzungskonzept unter Einbeziehung von ökologisch orientierten Transportmitteln

Die genannten Lösungen sollen in den einzelnen Phasen erprobt, bewertet und für eine Nachnutzung in anderen Hallen gleichen Typs aktiv aufbereitet werden.

Durch die Maßnahmen zur Dämmung und Wärmerückgewinnung aus Abluft kann der Heizwärmebedarf erheblich gesenkt werden. Beim Elektroenergiebedarf ist durch den bedarfsgerechten Betrieb der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung mit einem Anstieg zu rechnen. Allerdings wird der über die Heizungsanlage zu deckende Heizwärmebedarf dadurch weiter verringert.

Lösungen für die Wärmeenergieversorgung bei anderen Schwimmhallen können gegenüber der Variante Holz abweichen (z.B. BHKW), da hier die konkreten Verhältnisse unterschiedlich sind. Lösungen mit Gas-Wärmepumpe bzw. Mikrogasturbine führen im vorliegenden kleinen Leistungsbereich zu erheblichen Kosten und werden daher nicht favorisiert.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Ein Fragebogen für vergleichbare Schwimmhallen wurde entworfen und den Trägern weiterer Schwimmhallen zugesandt. Es konnten nur wenige vergleichbare Daten gewonnen werden, da teilweise bereits Erweiterungen an den Hallen durchgeführt wurden.

Schwerpunktorientierung für die Organisation einer wirksamen Öffentlichkeitsarbeit ist die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der vorgeschlagenen Projektarbeit des Trägers, da mit dieser Arbeit mögliche Nutzer der Schwimmhalle direkt erreicht und informiert werden.

Dabei sollten vielfältige Kooperationspartner ständig aktuell über die Angebote und die in Vorbereitung befindlichen Veranstaltungen informiert werden. Dazu ist es erforderlich, im Rahmen der Projektarbeit folgende Präsentationen bereitzustellen: Informationsblätter, Internet-Präsentationen und veranstaltungsbezogene Informationen.

## **Fazit**

Die Maßnahmen zur Dämmung und Wärmerückgewinnung (incl. Entfeuchtung) aus Abluft sind auf andere Hallen des Typs „Anklam“ übertragbar. Weitere Maßnahmen wie Wärmerückgewinnung aus Abwasser und die Art der Heizungsanlage und des Energieträgers sind von Fall zu Fall hinsichtlich Wirtschaftlichkeit zu prüfen, da unterschiedliche Besucherzahlen und Verbräuche zu abweichenden Ergebnissen führen. Lösungen mit Gas-Wärmepumpe bzw. Mikrogasturbine führen im vorliegenden kleinen Leistungsbereich zu nicht tragbaren Kosten. Für die Elektroenergieerzeugung sollte in einem Folgeprojekt der Einsatz von Brennstoffzellen bzw. Stirling-Motoren untersucht werden.

Ein Konzept zur künftigen Nutzung eines konkreten Objektes sollte in Vorbereitung von Modernisierungsmaßnahmen erstellt werden.

## Inhaltsverzeichnis

|  |           |
|--|-----------|
| Verzeichnis der Abbildungen .....  | 2         |
| Verzeichnis von Begriffen und Definitionen .....   | 3         |
| Definition der Sanierungsvarianten: .....  | 4         |
| <b>1 Zusammenfassende Aufgabenstellung .....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1 Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens .....  | 5         |
| 1.2 Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden .....                   | 5         |
| <b>2 Verändertes Nutzungskonzept .....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1 Eigentumsverhältnisse, Verträge für Betrieb und Nutzung .....                        | 6         |
| 2.2 Grundsätze einer veränderten Nutzungskonzeption .....                                | 7         |
| 2.2.1 Inhaltliche Ausrichtung .....  | 7         |
| 2.2.2 Organisation einer umfassenden Nutzung .....                                       | 7         |
| <b>3 Innovatives Energiekonzept .....</b>  | <b>8</b>  |
| 3.1 Recherche zu anderen Modellprojekten .....   | 8         |
| 3.2 Analyse der typbedingten und der gebäudekonkreten energetischen Schwachstellen ..... | 8         |
| 3.3 Energetische Sanierung der Gebäudehülle .....  | 10        |
| 3.4 Variantenvergleich zur Wärmerückgewinnung incl. Entfeuchtung .....                   | 14        |
| 3.5 Variantenvergleich zur Warmwasserbereitung .....                                     | 16        |
| 3.6 Variantenvergleich zur Wärme- bzw. Elektroenergiebereitstellung .....                | 18        |
| 3.7 Reduzierung des Elektroenergieverbrauchs .....                                       | 22        |
| 3.8 Emissionsminderungen .....   | 23        |
| 3.9 Einsparung von Wasser und rationelle Abwasserentsorgung .....                        | 25        |
| 3.10 Vergleich mit Energie- und Wasserverbrauchskennziffern .....                        | 27        |
| 3.11 Ergebnisse und Schlußfolgerungen .....  | 28        |
| <b>4 Modernisierungskonzept .....</b>  | <b>30</b> |
| 4.1 Maßnahmen und Energieeinsparung .....  | 30        |
| 4.2 Übersichten zu Realisierungsetappen .....  | 31        |
| <b>5 Betriebswirtschaftliches Konzept / Konzept für Öffentlichkeitsarbeit .....</b>      | <b>34</b> |
| 5.1 Betriebswirtschaftliches Konzept .....   | 34        |
| 5.1.1 Gesamtkonzept .....  | 34        |
| 5.1.2 Kostenelemente und Finanzierungsquellen .....                                      | 35        |
| 5.1.3 Kostenübersicht Trägerverein .....   | 37        |
| 5.1.4 Kostenübersicht Gemeinde Hirschfelde .....   | 38        |
| 5.2 Finanzierung und Förderung .....   | 38        |
| 5.2.1 Investitionskosten Gemeinde Hirschfelde .....                                      | 38        |
| 5.2.2 Investitionskosten des Trägervereins .....   | 39        |
| 5.2.3 Lohnkosten des Trägers .....   | 39        |
| 5.2.4 Sachkosten für Projektarbeit .....   | 39        |
| 5.3 Maßnahmevorschläge zur Öffentlichkeitsarbeit .....                                   | 40        |
| <b>6 Zusammenfassung .....</b>   | <b>41</b> |
| <b>7 Maßnahmen und Entscheidungsvorschläge .....</b>                                     | <b>42</b> |
| <b>8 Literaturverzeichnis .....</b>  | <b>43</b> |

## Anlagen

## Anlagen

- 3.1 Erfassungsbogen Energie
- 3.2 Aufstellung Elektroenergieverbraucher
- 7.1 Entwurf Aufgabenstellung Projekt zur kostensparenden Elektro-Energieversorgung der Schwimmhalle Hirschfelde auf Basis innovativer Energietechnologien

## Verzeichnis der Abbildungen

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Abb. 3.1  | Wärmebilanz .....  | 9  |
| Abb. 3.2  | Energiebilanz Wärme .....  | 9  |
| Abb. 3.3  | Gesamtverbrauch an Wärmeenergie, Elektroenergie und Wasser ..... | 10 |
| Abb. 3.4  | Übersicht zu den Außenbauteilen .....                            | 10 |
| Abb. 3.5  | Vergleich U-Werte .....  | 12 |
| Abb. 3.6  | Wärmebedarf vor / nach Sanierung .....                           | 12 |
| Abb. 3.7  | Energiebilanz Transmissionswärmeverlust.....                     | 13 |
| Abb. 3.8  | Kostenübersicht: Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle .....   | 13 |
| Abb. 3.9  | Aufteilung Lüftungswärmebedarf .....                             | 14 |
| Abb. 3.10 | Vergleich der Lüftungs-Varianten.....                            | 16 |
| Abb. 3.11 | Vergleich der Varianten zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser..... | 18 |
| Abb. 3.12 | Heizlasten im Vergleich.....                                     | 19 |
| Abb. 3.13 | Jahres-Wärmebedarf der Sanierungsvarianten.....                  | 19 |
| Abb. 3.14 | Vergleich Heizungsvarianten .....                                | 21 |
| Abb. 3.15 | Elektroenergieverbrauch .....                                    | 22 |
| Abb. 3.16 | Vergleich der Wirkarbeit.....                                    | 22 |
| Abb. 3.17 | Elektroenergieeinsparung (Wirtschaftlichkeit) .....              | 23 |
| Abb. 3.18 | lokale Emissionen der Heizungsvarianten .....                    | 23 |
| Abb. 3.19 | globale Emissionen der Heizungsvarianten.....                    | 23 |
| Abb. 3.20 | lokale Emissionen ausgewählter Varianten .....                   | 24 |
| Abb. 3.21 | lokale Emissionen ausgewählter Varianten in [%] .....            | 24 |
| Abb. 3.22 | globale Emissionen ausgewählter Varianten .....                  | 24 |
| Abb. 3.23 | globale Emissionen ausgewählter Varianten in [%] .....           | 25 |
| Abb. 3.24 | Aufteilung Wasserverbrauch .....                                 | 25 |
| Abb. 3.25 | Energiebedarf vor und nach Sanierung .....                       | 27 |
| Abb. 3.26 | Betriebsdaten-Vergleich.....                                     | 27 |
| Abb. 3.27 | Energiekosten-Vergleich Schwimmhalle Hirschfelde .....           | 28 |
| Abb. 3.28 | Amortisationszeiten der Maßnahmen in Jahren .....                | 28 |
| Abb. 4.1  | Maßnahmenübersicht .....   | 30 |
| Abb. 4.2  | Maßnahmen und Effekte.....                                       | 31 |
| Abb. 4.3  | Sanierungsetappe 1 .....   | 31 |
| Abb. 4.4  | Sanierungsetappe 2 .....   | 32 |
| Abb. 4.5  | Sanierungsetappe 3 .....   | 33 |
| Abb. 5.1  | Übersicht zum betriebswirtschaftlichen Gesamtkonzept .....       | 34 |
| Abb. 6.1  | Ergebnisse der Maßnahmen.....                                    | 41 |

**Verzeichnis von Begriffen und Definitionen**

|                           |                                       |                        |
|---------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| a                         | Jahr                                  |                        |
| AT                        | Amortisationszeit                     |                        |
| BHKW                      | Blockheizkraftwerk                    |                        |
| Cl                        | Chlor                                 |                        |
| d                         | Tag                                   |                        |
| EnEV                      | Energieeinsparverordnung              |                        |
| $f_G$                     | Gleichzeitigkeitsfaktor               |                        |
| h                         | Stunde                                |                        |
| $h_M$                     | Enthalpie der Mischluft               |                        |
| $h_{ZL}$                  | Enthalpie der Zuluft                  |                        |
| h/a                       | Stunden / Jahr                        |                        |
| h/d                       | Stunden / Tag                         |                        |
| HT                        | Hoch-Tarif                            |                        |
| K                         | Kelvin                                |                        |
| K.f.AT                    | Kosten für Amortisationszeit          |                        |
| KVarh                     | Kilovolt-Amperestunden                |                        |
| k-Wert                    | Wärmedurchgangskoeffizient            |                        |
| kW                        | Kilowatt                              |                        |
| kWh                       | Kilowattstunden                       |                        |
| l                         | Liter                                 |                        |
| m                         | Meter                                 |                        |
| $\dot{m}_L$               | Massenstrom Luft                      |                        |
| $\dot{m}_W$               | Massenstrom Wasser                    |                        |
| MW                        | Megawatt                              |                        |
| MWh                       | Megawattstunden                       |                        |
| NT                        | Nieder-Tarif                          |                        |
| PSH                       | Polystyrol - Hartschaum               |                        |
| ÜÖBV                      | Überörtlicher Betriebsvergleich       |                        |
| $Q_{BF}$                  | Energiebedarf Beckenfüllung           |                        |
| $Q_H / \dot{Q}_H$         | Energiebedarf / Heizlast              | Gesamt                 |
| $Q_L / \dot{Q}_L$         | Energiebedarf / Heizlast              | Lüftung                |
| $Q_{RLT} / \dot{Q}_{RLT}$ | Energiebedarf / Heizlast              | RLT-Anlagen            |
| $Q_S / \dot{Q}_S$         | Energiebedarf / Heizlast              | (Becken-) Speisewasser |
| $Q_T / \dot{Q}_T$         | Energiebedarf / Heizlast              | Transmission           |
| $Q_{TB}$                  | Energiebedarf Transmission Beckenwand |                        |

**Fortsetzung Verzeichnis von Begriffen und Definitionen**

|                     |                               |                   |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| $Q_v$ / $\dot{Q}_v$ | Energiebedarf / Heizlast      | Wasserverdunstung |
| $Q_{ww}$            | Energiebedarf Warmwasser      |                   |
| R                   | Verdampfungswärme             |                   |
| sm <sup>3</sup>     | Schüttkubikmeter              |                   |
| t                   | Zeit                          |                   |
| TDM                 | Tausend DM                    |                   |
| TWO                 | Technische Werke Ostritz GmbH |                   |
| U-Wert              | Wärmedurchgangskoeffizient    |                   |
| VBH                 | Vollbenutzungsstunden         |                   |
| WLG                 | Wärmeleitfähigkeitsgruppe     |                   |
| WP                  | Wärmepumpe                    |                   |
| WRG                 | Wärmerückgewinnung            |                   |
| WSVO                | Wärmeschutzverordnung         |                   |
| WT                  | Wärmetauscher                 |                   |

**Definition der Sanierungsvarianten:**

|     |  |
|-----|--|
| E1  | Energie-Management                         |
| E2  | Blindleistungskompensation                 |
| E3  | bedarfsgesteuerte Beleuchtung              |
| L1  | WT (WRG Umkleideraum)                      |
| LE1 | WT + WP (WRG Halle)                        |
| LE2 | WT (WRG Halle)                             |
| LE3 | Entfeuchtungstruhen (WRG Halle)            |
| T1  | Dämmung Außenwand, Dach, Fenster           |
| T2  | Dämmung Außenwand, Dach, Fenster, Fußboden |
| W1  | Wasser-Brunnen                             |
| W2  | Wasser-Fernleitung                         |
| WA1 | Abwasserreinigung                          |
| WB1 | Beckenwanddämmung                          |
| WR1 | WT / WP (WRG Beckenwasser)                 |
| WR2 | WT / WP (WRG Dusche)                       |
| WR3 | WT / WP (WRG Dusche / Beckenwasser)        |
| WR4 | WT (WRG Dusche)                            |
| WR5 | WT dezentral (WRG Dusche)                  |



# **1 Zusammenfassende Aufgabenstellung**

## **1.1 Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens**

Durch die Studie zur ökologisch orientierten Umgestaltung und Modernisierung der Schwimmhalle, durch Schaffung neuer organisatorischer Bedingungen, sollen die Voraussetzungen für eine umfassendere und gezielte Nutzung der Einrichtung geschaffen werden.

Kernstück sind dabei wirtschaftliche und umweltrelevante Aspekte, sowie innovative Lösungsansätze bei der Anwendung neuer Technologien zur rationellen Energieverwendung bzw. -umwandlung. Damit verbundene Verringerungen der Betriebskosten und Erhöhungen der Einnahmen sollen zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Schwimmhalle führen.

Weitere Ziele sind Nachhaltigkeit, sowie eine Verringerung des Energieverbrauchs und der Emissionen. Die Modernisierung soll mit einem ökologisch orientierten hohen Innovationsniveau als Demonstrationsvorhaben realisiert werden und damit eine große Öffentlichkeits- und Bildungswirkung erzielen.

## **1.2 Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

### **Verändertes Nutzungskonzept**

In Abstimmung mit den zuständigen kommunalen und staatlichen Stellen, sowie interessierten Einrichtungen und Organisationen der Region und der grenznahen Gebiete, ist ein verändertes Nutzungskonzept zu erarbeiten mit folgenden Schwerpunkten und Randbedingungen:

- ganzjährige Nutzung der Schwimmhalle
- umfassende Einbeziehung in den Schulsport
- Nutzung durch Kindertageseinrichtungen
- umfassende Nutzung für medizinische Aufgaben, Rehabilitation und Behindertensport
- gezielte Nutzung durch Vereine und Organisationen (Seniorenport, Volkssportwettkämpfe)
- Einbeziehung in die Arbeit des IBZ Kloster St. Marienthal
- organisierte Einbeziehung von Nutzern aus dem grenznahen Raum
- Einbeziehung in die Arbeit und Aufgaben der Sportvereine

Zur ständigen Optimierung und Erweiterung der Nutzung und der Gestaltung einer wirksamen Öffentlichkeitsarbeit (auch zur Durchsetzung der ökologischen Ziele) ist die Konstituierung einer speziellen Trägerorganisation (z.B. Förderverein) vorzulegen.

### **Innovatives Energiekonzept:**

- Recherche zu mit öffentlichen Mitteln geförderten Modellprojekten im Bereich Schwimmhallensanierung, insbesondere auch des Typs "Anklam", Ableitung von Schlußfolgerungen
- Analyse der typbedingten und der gebäudekonkreten energetischen Schwachstellen der Schwimmhalle (Gebäudehülle, Lüftung, Verdunstung, Warmwasserbereitung, Heizungsanlage, Elektroenergie)
- Vergleich mehrerer Varianten zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle zur Wärmerückgewinnung aus Abluft, incl. Luftentfeuchtung der Hallenluft, für ein neues Lüftungskonzept
- Darstellung der Emissionsminderungen durch die einzelnen Maßnahmen
- Untersuchung zur Einsparung von Wasser und zur rationellen Abwasserentsorgung
- Abgleich des Energie- und Wasserverbrauchs der Teillösungen mit vorhandenen Vergleichskennziffern im Schwimmhallenbereich
- Ableitung von Ergebnissen für die Nachnutzung in anderen Schwimmhallen des Typs "Anklam"
- Modernisierungskonzept für die etappenweise Realisierung mit Kostenschätzungen

## 2 Verändertes Nutzungskonzept

### 2.1 Eigentumsverhältnisse, Verträge für Betrieb und Nutzung

1. Die Schwimmhalle und das zugehörige Freigelände bleiben im Eigentum der Gemeinde Hirschfelde und werden in die Arbeit der Verwaltungsgemeinschaft mit den Gemeinden Dittelsdorf und Schlegel einbezogen. Bauliche Maßnahmen zur Erhaltung, Reparatur und Sanierung werden durch die Gemeinde durchgeführt und finanziert.  
In Absprache können Einzelinvestitionen (z. B. sportliche Einrichtungen, Inneneinrichtungen) durch den Träger gemäß 3. realisiert werden.
2. Die Gemeinde schließt mit den benachbarten Gemeinden und Städten Verträge über die Bedingungen für die Nutzung durch deren Bürger ab, einschließlich Vereinbarungen zu finanziellen Beteiligungen durch diese Gemeinden und Städte.
3. Die Gemeinde Hirschfelde überträgt dem **Förderverein Schwimmhalle** die Trägerschaft und die Verantwortung für die Nutzung der Schwimmhalle und des zugehörigen Außengeländes im Rahmen eines langfristigen Mietvertrages.  
In diesem Vertrag werden die Einzelheiten der Nutzung geregelt und ein Nutzungsentgelt, sowie finanzielle Zuschüsse zu den Betriebskosten für Instandhaltung, Reparaturen usw., vereinbart.
4. Zur langfristigen Organisation einer umfassenden Nutzung gemäß den in **Pkt. 2.2** fixierten Grundsätzen wird beim Trägerverein ein Beirat konstituiert, in dem wichtige gesellschaftliche, kommunale und gewerbliche Bereiche der Region, sowie Vertreter aus dem grenznahen Bereich von Polen und der Tschechischen Republik, vertreten sind.  
Eine wichtige Aufgabe des Beirats ist die Beschaffung von Sponsorenmitteln für die Finanzierung des Betriebs der Schwimmhalle.
5. Mit Vertretern wichtiger Nutzer- und Besucher-Zielgruppen schließt der Trägerverein Vereinbarungen zur langfristigen Nutzung und Zusammenarbeit ab, in denen u. a. die kommerziellen Bedingungen für die Nutzung geregelt sind.

#### Zum Beispiel mit:

- Schulen, Schulämter
- Sportvereinen und -verbänden
- Seniorenvereine und -verbände
- Tourismusfirmen und -verbänden
- IBZ Kloster St. Marienthal
- Einrichtungen des Gesundheitswesens
- Jugendverbände und -organisationen

Wichtige Grundlage ist dabei die Einbeziehung der Nutzer aus diesen Einrichtungen in geförderte Projekte lt. **Pkt. 2.2**.

6. Als Grundlage für die erweiterte Nutzung gemäß **Pkt. 2.2** sind Rekonstruktionsmaßnahmen in die Gesamtanierung einzubeziehen, insbesondere die
  - Rekonstruktion der Sauna mit Durchgang zur Schwimmhalle
  - Rekonstruktion der Umkleieräume
  - Rekonstruktion des Aufenthaltsraumes mit Möglichkeiten zur Nutzung als universellen Gemeinschaftsraum / Seminarraum.

## **2.2 Grundsätze einer veränderten Nutzungskonzeption**

### **2.2.1 Inhaltliche Ausrichtung**

Die Nutzung der Schwimmhalle wird unter fachlicher Führung des Beirates gemäß Gliederung 2.1 Pkt. 4 fester Bestandteil einer umfassenden aktiven Freizeitbetätigung der Bürger aus der Region und ihrer Gäste.

Die Nutzung wird deshalb gezielt in vielfältige Angebote, Programme und Projekte einbezogen, insbesondere unter den Aspekten

- sinnvolle Freizeitbeschäftigung für Kinder und Jugendliche
- Gesund leben, Sport treiben
- ökologisch leben und handeln
- internationale Verbindungen und Kontakte.

### **2.2.2 Organisation einer umfassenden Nutzung**

Zur Bewältigung der in Pkt. 2.2.1 genannten Ziele ist neben dem Personal für die unmittelbare Schwimmhallenbetreuung, qualifiziertes Personal für die Organisation der umfassenden Einbindung in andere Projekte und Programme und die Absicherung eigener diesbezüglicher Angebote erforderlich.

Ein Teil dieser Arbeit könnte im Rahmen von arbeitsmarktpolitischen Fördermaßnahmen, Aktion 55 oder anderen Maßnahmen, sowie in ehrenamtlicher Arbeit erfolgen.

Als eigene Angebote werden Projektstage für Schüler und Jugendliche (international, Zusammenwirken mit IBZ Kloster St. Marienthal und mit dem ökologischen Technikum der Mittelschule Ostritz), sowie für Reisegruppen vorgeschlagen. Dazu ist die Anschaffung und Nutzung geeigneter ökologisch orientierter Fahrzeuge zweckmäßig (z.B. Kleinbus mit Pflanzenölmotor, Fahrräder). Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit ist die Mitwirkung an Angeboten, Projekten und Programmen anderer Träger und die Organisation öffentlichkeitswirksamer Veranstaltungen, z. B.:

- Heimat- und Sportfeste
- Sportwettkämpfe
- Hallenfasching
- internationale Jugendtreffen.

Die Angebote und Projekte sollen die in der Gemeinde und der Region vorhandenen Einrichtungen, z.B. die des IBZ Kloster St. Marienthal, angrenzende Sportstätten, Gaststätten, Hotels, ... optimal einbeziehen und mit ihnen gemeinsam organisiert werden.

### 3 Innovatives Energiekonzept

#### 3.1 Recherche zu anderen Modellprojekten

In den Ländern Sachsen und Brandenburg konnten einige Standorte von Schwimmhallen des Typs „Anklam“ ermittelt werden:

- |                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| ▪ <b>Bitterfeld</b>      | Teilsanierung realisiert            |
| ▪ <b>Cottbus</b>         | Umbau + Erweiterung zum Spaßbad     |
| ▪ <b>Frankfurt/Oder</b>  | Umbau                               |
| ▪ <b>Freital</b>         | Umbau + Erweiterung                 |
| ▪ <b>Leipzig-Nordost</b> | Dachsanierung realisiert            |
| ▪ <b>Senftenberg</b>     | Umbau + Erweiterung zum Erlebnisbad |
| ▪ <b>Strausberg</b>      | Umbau + Erweiterung zum Spaßbad     |
| ▪ <b>Weißwasser</b>      | Umbau 2001                          |
| ▪ <b>Wurzen</b>          | Teilsanierung realisiert            |

In Zusammenhang mit den Erweiterungen bei oben angegebenen Bädern wurden die Gebäudehüllen energetisch saniert bzw. verändert. Anbauten wurden teils seitlich und teils nach vorn zur Fensterfront realisiert, um weitere Becken und Attraktionen aufzunehmen. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wurde bei diesen erweiterten Bädern fast immer realisiert. Eine Wärmerückgewinnung aus Abwasser wurde nur in einem Fall eingebaut.

Bei teilsanierten Hallen wurden keine Wärmerückgewinnungsanlagen installiert, obwohl teilweise die Lüftungsanlage erneuert wurde. Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle erfolgte nur teilweise.

Für die Schwimmhalle Hirschfelde ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

Da in der weiteren Umgebung bereits mehrere Spaß- und Erlebnisbäder existieren, ist eine Sanierung in dieser Richtung nicht das Ziel. Vielfach besteht der Wunsch nach „normalem“ Schwimmen, so daß ein modernisiertes Schwimmbad entstehen sollte. Sinnvoll wäre auch eine Verbindung zur Sauna, um die Attraktivität zu erhöhen. Die Modernisierung sollte zur Betriebskostenminimierung unter Einbeziehung wirtschaftlicher energiesparender Maßnahmen erfolgen.

In Abstimmung mit der Gemeindeverwaltung Hirschfelde wurde ein Fragebogen für vergleichbare Schwimmhallen entworfen (s. **Anlage 3.1**) und den Trägern o. g. Schwimmhallen zugesandt.

Einige ermittelte Vergleichswerte zum Energieverbrauch sind im **Pkt. 3.10** enthalten.

#### 3.2 Analyse der typbedingten und der gebäudekonkreten energetischen Schwachstellen

Die Gesamtwärmeverluste (gleich Wärmebedarf) eines Gebäudes setzen sich aus den **Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten** sowie aus den **Verlusten der Heizungsanlage** zusammen. Bei einer Schwimmhalle wird noch zusätzlich wesentliche Energie zur **Warmwasserbereitung** sowie für den Ausgleich der **Wasserverdunstung** benötigt.

Die **Heizungsanlagenverluste** und die Verteilungsverluste können den Gesamtenergiebedarf wesentlich beeinflussen, sie werden hauptsächlich durch Kesselwirkungsgrad und Regelung des installierten Heizsystems und das Verteilungsnetz bestimmt.

Die Luft einer Schwimmhalle nimmt durch Verdunstung von der Wasseroberfläche Wasserdampf auf, wodurch die relative Luftfeuchtigkeit auf unangenehm hohe (Behaglichkeit) und schädliche Werte (Bauphysik) ansteigt. Die Verdunstungsmenge hängt von der Temperatur des Wassers und der Luft, der relativen Luftfeuchte und der Luftbewegung ab. Durch Einstellung der Lufttemperatur auf eine ca. 2 - 3 °C höhere Temperatur als die Wassertemperatur des Schwimmbeckens, kann die Verdunstung relativ gering gehalten werden. Allerdings ist damit ein erheblicher Transmissionswärmeverlust durch die ungedämmten Außenbauteile der Halle verbunden. Eine Wärmedämmung ist aus dieser Sicht unbedingt zu empfehlen. Hohe Luftfeuchtigkeit führt bei ungenügender Dämmung auch zu Tauwasserschäden an den kältesten Bauteilen.

Um einen Anstieg der Luftfeuchtigkeit aus hygienischen und bauphysikalischen Gründen zu vermeiden, wurde diese Luft bisher über die Entlüftung nach außen abgeführt.

Die Schwimmhallen des Typs "Anklam" weisen von der Gebäudehülle her große Übereinstimmung auf, so daß folgende Betrachtungen zur Bauhülle an der Schwimmhalle Hirschfelde auch auf andere Hallen des gleichen Typs bezogen werden können. Die Lüftungsanlagen sind im ursprünglichen Zustand ebenfalls weitestgehend gleich konzipiert. Unterschiede sind ggf. in Beckengröße und Ausstattung und Energieträger vorhanden. Das angebaute Heizhaus der Schwimmhalle wird nicht in die Berechnungen einbezogen.

Die folgenden berechneten Jahres-Wärmebedarfs-werte für die Schwimmhalle Hirschfelde werden durch den tatsächlichen Verbrauchswert von ca. 100 000 Heizöl EL annähernd bestätigt. Die hohen Wärmebedarfsanteile für Transmission sind für alle unsanierten Schwimmhallen dieses Typs charakteristisch. Die Anteile Lüftung / Verdunstung sowie Warmwasser variieren je nach Auslastung und Sparverhalten, sind aber ebenfalls beträchtlich.

| Energiebilanz Wärme    | Ist-Zustand [MWh/a] |
|------------------------|---------------------|
| Transmissionswärme     | 331                 |
| Lüftungswärme          | 244                 |
| Verdunstung            | 177                 |
| Becken (Füllung)       | 10                  |
| Becken (Nachspeisung)  | 25                  |
| Becken (Transmission)  | 12                  |
| Warmwasser             | 65                  |
| Heizung und Verteilung | 206                 |
| Solare Gewinne         | - 44                |
| interne Gewinne        | - 60                |
| Summe:                 | 967                 |

Abb. 3.1 Wärmebilanz

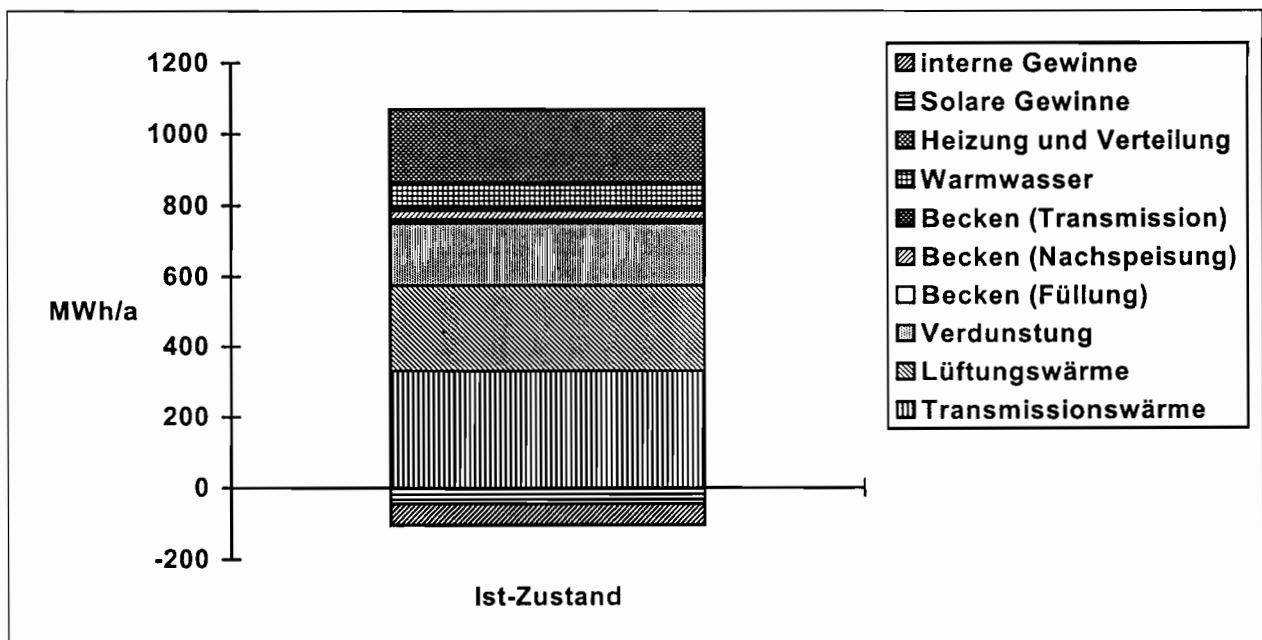


Abb. 3.2 Energiebilanz Wärme

Den Gesamtverbrauch an Wärmeenergie, Elektroenergie und Wasser im Vergleich mit dem überörtlichen Betriebsvergleich (ÜÖBV) (1995) der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e.V. zeigt **Abb. 3.3**.

|                | SH Hirschfelde | ÜÖBV (1995) |
|----------------|----------------|-------------|
| Wärmeenergie   | 1000 MWh/a     | 766 MWh/a   |
| Elektroenergie | 156 MWh/a      | 180 MWh/a   |
| Wasser         | 4000 m³/a      | 7614 m³/a   |

**Abb. 3.3** Gesamtverbrauch an Wärmeenergie, Elektroenergie und Wasser

Aus dem Vergleich ist ein relativ geringer Elektroenergie- und Wasserverbrauch in Hirschfelde erkennbar. (Ursache: große Sparsamkeit, geringe Ausstattung mit techn. Anlagen, Hallenbelegung unter Durchschnitt). Die Wärmeenergieverluste sind dagegen relativ groß. (Ursache: geringe Wärmedämmung der Halle, Entfeuchtung durch Luftaustausch)

### 3.3 Energetische Sanierung der Gebäudehülle

#### Bestandteile der Gebäudehülle

In der folgenden Abbildung sind alle Außenbauteile des **Ist-Zustandes** enthalten, wobei die **U-Werte** auf Grundlage der Zeichnungen und Vor-Ort-Besichtigung ermittelt wurden.

|                          | Fläche<br>[m²] | U-Wert<br>[W/m²K] | Heizlast<br>[kW] | Wärmebedarf<br>[MWh/a] |
|--------------------------|----------------|-------------------|------------------|------------------------|
| Außenwand an Außenluft   | 512            | 1,3/1,8           | 31,2             | 74,7                   |
| Außenwand gegen Erdreich | 65             | 1,4               | 2,5              | 6,1                    |
| Außenwand an Keller      | 75             | 1,5               | 2,3              | 5,5                    |
| Außenfenster einfach     | 42             | 5,2               | 8,3              | 20,0                   |
| Außenfenster doppelt     | 177            | 2,7               | 21               | 50,4                   |
| Dach                     | 1087           | 1,2               | 55,9             | 134,1                  |
| Kellerdecke              | 404            | 1,0               | 7,8              | 18,8                   |
| Fußboden gegen Erdreich  | 437            | 1,0               | 8,9              | 21,4                   |
| <b>Summe:</b>            |                |                   | <b>138,0</b>     | <b>331,0</b>           |

**Abb. 3.4** Übersicht zu den Außenbauteilen

Die größten energetischen Schwachstellen der Gebäudehülle sind Außenwand, Fenster und Dach. Da hier noch keine wesentlichen Modernisierungsarbeiten vorgenommen wurden, bietet es sich an, Maßnahmen zur Wärmedämmung mit notwendigen Maßnahmen zur Instandhaltung günstig zu verbinden (wirtschaftlicher). Siehe auch **Abb. 3.8**.

## Wärmeschutzverordnung 1995 / Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die **Wärmeschutzverordnung** schreibt bei erstmaligen Einbau, Ersatz oder Erneuerung von Bauteilen der wärmetauschenden Hüllfläche, (auch Anbringen von Verkleidungen) bei bestehenden Gebäuden mit normaler Innentemperatur ( $> 18\text{ °C}$ ) in **Abb.3.5** angegebene U-Werte vor. Bei Maßnahmen an weniger als 20 % der jeweiligen (fassadenbezogenen) Bauteilfläche gelten die Forderungen nicht, ebenso, wenn keine Maßnahmen an den Gebäudeteilen durchgeführt werden.

Im nächsten Jahr wird voraussichtlich die neue **Energieeinsparverordnung** in Kraft treten. Damit ist eine leichte Erhöhung der Anforderungen an den Wärmeschutz bestehender Gebäude verbunden. (Siehe **Abb. 3.5**)

Die folgenden Maßnahmen für die energetische Gebäudesanierung der Bauhülle werden bereits entsprechend dieser zukünftigen Regelungen ausgelegt.

### Modernisierungsmaßnahmen:

#### Variante T1:

##### Außenwand:

- Dämmung der Außenwand mit einem Wärmedämmverbundsystem mit **10 cm** starken Mineralfaser-Platten (Wärmeleitfähigkeitsgruppe: 040), (Andübeln und Ankleben der Dämmplatten, Aufbringen einer Armierungsschicht als Haftgrund in mehreren Arbeitsgängen, Auftragen eines Mineralputzes). Auf eine Dämmung der Fensterlaibungen ist zur Verringerung von Wärmebrücken und Feuchteschäden größter Wert zu legen.

##### Dach:

- Dämmung des Daches mit einer zusätzlichen Dämmschicht von **14 cm PSH (WLG 040)**

##### Fenster:

- Austausch aller Fenster durch neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ( $k = 1,3\text{ W/m}^2\text{K}$ ) (Übereinstimmung des k-Wertes von Rahmen und Glas ist zu beachten).

#### Variante T2:

- Beinhaltet die Maßnahmen wie in Variante 1 sowie **zusätzlich** die Dämmung der Innenwände zur Sauna sowie des Fußbodens und der Kellerdecke

##### Innenwände zur Sauna:

- Dämmung mit **8 cm PSH**  
Die Kellerdecke bzw. der Fußboden gegen Erdreich sollten nur in Verbindung mit ohnehin erforderlichen Fußbodenarbeiten erfolgen, um eine erträgliche Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten.

##### Kellerdecke:

- Neuaufbau der Oberschicht mit **60 mm PSH (WLG 035)** und **80 mm Estrich**

##### Fußboden gegen Erdreich:

- Neuaufbau mit **60 mm PSH (WLG 035)** und **60 mm Estrich**

Die U-Werte des sanierten Zustandes im Vergleich zum Ist-Zustand und zu den für bestehende Gebäude zulässigen U-Werten der ab 01.01.95 geltenden Wärmeschutzverordnung (WSVO 95) und der Energieeinsparverordnung (EnEV) werden in **Abb. 3.5** veranschaulicht.

| Bauteilgruppen      | $\Sigma$ Flächen<br>[m <sup>2</sup> ] | U <sub>san</sub><br>[W/m <sup>2</sup> K] | U <sub>ist</sub><br>[W/m <sup>2</sup> K] | U <sub>max</sub><br>EnEV<br>[W/m <sup>2</sup> K] | U <sub>max</sub><br>WSVO 95<br>[W/m <sup>2</sup> K] |
|---------------------|---------------------------------------|--|--|--|---|
| AW an Außenluft     | 512                                   | 0,31                                     | 1,35                                     | ≤ 0,35 (0,45)                                    | ≤ 0,40 (0,50)                                       |
| Wände geg. Erdreich | 65                                    | 0,33                                     | 1,39                                     | ≤ 0,40   | ≤ 0,50  |
| Innenwände          | 75                                    | 0,38                                     | 1,53                                     | ≤ 0,40   | ≤ 0,50  |
| Fenster (Doppel)    | 177                                   | 1,30                                     | 2,70                                     | ≤ 1,70   | ≤ 1,80  |
| Einfachfenster      | 42                                    | 1,30                                     | 5,20                                     | ≤ 1,70   | ≤ 1,80  |
| Dach                | 1087                                  | 0,23                                     | 1,20                                     | ≤ 0,25   | ≤ 0,30  |
| Kellerdecke         | 404                                   | 0,42                                     | 0,97                                     | ≤ 0,40   | ≤ 0,50  |
| Fußboden            | 437                                   | 0,43                                     | 1,02                                     | ≤ 0,40   | ≤ 0,50  |

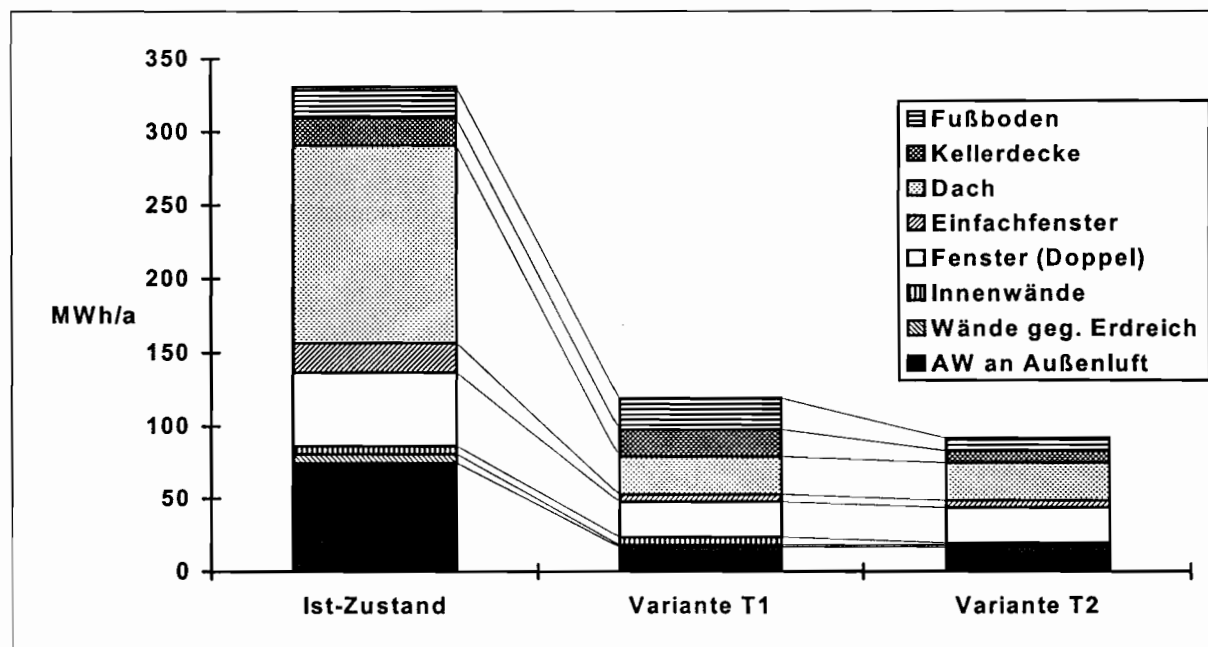
**Abb. 3.5** Vergleich U-Werte

Mit den vorn angegebenen Maßnahmen können folgende Ergebnisse erreicht werden:

|                      | Heizlast     |                     |                     | Heizwärmebedarf                        |  |
|----------------------|--------------|---------------------|---------------------|--|--|
|                      | Ist<br>[kW]  | Variante T1<br>[kW] | Variante T2<br>[kW] | Einsparung<br>(Variante T1)<br>[MWh/a] | Einsparung<br>(Variante T2)<br>[MWh/a] |
| AW an Außenluft      | 31,1         | 6,9                 | 6,9                 | 58,2                                   | 58,2                                   |
| Wände gegen Erdreich | 2,5          | 0,6                 | 0,6                 | 4,6                                    | 4,6                                    |
| Innenwände           | 2,3          | 2,3                 | 0,6                 | 0,0                                    | 4,1                                    |
| Fenster (Doppel)     | 21,0         | 10,1                | 10,1                | 26,1                                   | 26,1                                   |
| Einfachfenster       | 8,3          | 2,1                 | 2,1                 | 15,0                                   | 15,0                                   |
| Dach                 | 55,9         | 10,9                | 10,9                | 107,9                                  | 107,9                                  |
| Kellerdecke          | 7,8          | 7,8                 | 3,4                 | 0,0                                    | 10,7                                   |
| Fußboden             | 8,9          | 8,9                 | 3,8                 | 0,0                                    | 12,4                                   |
| <b>Summe:</b>        | <b>137,9</b> | <b>49,6</b>         | <b>38,3</b>         | <b>211,9</b>                           | <b>239,1</b>                           |

**Abb. 3.6** Wärmebedarf vor / nach Sanierung





**Abb. 3.7** Energiebilanz Transmissionswärmeverlust

In den weiteren Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und in folgender Abbildung sind von den Gesamtkosten (Gesamt) der jeweiligen Maßnahme die Kosten für sowieso anfallende Sanierungs- und Instandsetzungsarbeiten (Inst.) den Investitionskosten gegengerechnet worden. Daraus resultieren die für die Berechnung der Amortisationszeit berücksichtigten Kosten (K.f.AT).

Die Amortisationszeit (AT) wurde unter Berücksichtigung einer Energiepreisssteigerung von 6,2 % / a und eines Kapitalzinssatzes von 5 % berechnet.

Die Energiekosten werden mit 0,10 DM/kWh (Basis: Nutzenergie) angesetzt.

| Bauteil             | A<br>[m <sup>2</sup> ] | Gesamt<br>[DM/m <sup>2</sup> ] | Inst.<br>[DM/m <sup>2</sup> ] | K.f.AT<br>[DM/m <sup>2</sup> ] | Gesamt<br>[TDM] | Inst.<br>[TDM] | K.f.AT<br>[TDM] | Einsp.<br>[TDM/a] | AT<br>[a]   |
|---------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------|
| AW an Außenluft     | 511,6                  | 210                            | 100                           | 110                            | 107,4           | 51,2           | 56,2            | 5,8               | 9,7         |
| Wände geg. Erdreich | 65,0                   | 230                            | 120                           | 110                            | 15,0            | 7,8            | 7,2             | 0,5               | 15,0        |
| Innenwände          | 75,0                   | 60                             | 0                             | 60                             | 4,5             | 0,0            | 4,5             | 0,4               | 10,8        |
| Fenster (Doppel)    | 176,7                  | 1100                           | 700                           | 400                            | 194,3           | 123,6          | 70,7            | 2,6               | 24,7        |
| Einfachfenster      | 42,2                   | 1100                           | 600                           | 500                            | 46,4            | 25,3           | 21,1            | 1,5               | 13,7        |
| Dach                | 1087,1                 | 200                            | 120                           | 100                            | 217,5           | 108,7          | 108,7           | 10,8              | 10,0        |
| Kellerdecke         | 404,2                  | 170                            | 80                            | 90                             | 68,7            | 32,3           | 36,4            | 1,1               | 30,2        |
| Fußboden            | 436,9                  | 170                            | 80                            | 90                             | 74,3            | 35,0           | 39,3            | 1,2               | 28,4        |
| Summe (T2)          | <b>2798,7</b>          |                                |                               |                                | <b>728,1</b>    | <b>383,9</b>   | <b>344,0</b>    | <b>23,9</b>       | <b>14,0</b> |
| davon Variante T1   |                        |                                |                               |                                | 580,6           | 316,6          | 263,8           | 21,2              | 12,2        |

**Abb. 3.8** Kostenübersicht: Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle

Die Übersicht zeigt, daß die Maßnahmen zur Außenwand- und Dachdämmung sowie der Austausch der Einfach-Verglasung ein sehr gutes Kosten/Nutzen-Verhältnis aufweisen. Eine Realisierung dieser Maßnahmen, einschließlich des Ersatzes der Doppelverglasung, sollte daher unbedingt erfolgen. Die Maßnahmen an der Fassade stellen über dem Wärmeschutz hinaus auch einen guten Witterungsschutz her. Nicht zuletzt wird die Attraktivität des Gebäudes erhöht.

### 3.4 Variantenvergleich zur Wärmerückgewinnung incl. Entfeuchtung

In der vorhandenen konventionellen Anlage der Halle erfolgt die Beseitigung der feuchten Hallenluft durch Zufuhr erhöhter Außenluftmengen und Absaugung der befeuchteten Abluft, was zu erheblichen Wärmeverlusten führt.

Durch eine um ca. 2-4 K höhere Lufttemperatur gegenüber dem Beckenwasser kann und wird die Wasserverdunstung auf einem erträglichen Niveau gehalten werden.

Beckenwassertemperatur: 28 °C

Hallenlufttemperatur: 31 °C

#### Heizlast Wasserverdunstung:

$$\begin{aligned}\dot{Q}_v &\approx \dot{m}_w \cdot r \\ \text{Betrieb:} &\approx 71 \text{ kg/h} \cdot 0,675 \text{ kWh/kg} = \mathbf{47,9 \text{ kW}} \\ \text{Ruhe:} &\approx 15 \text{ kg/h} \cdot 0,675 \text{ kWh/kg} = \mathbf{10,1 \text{ kW}}\end{aligned}$$

#### Erforderlicher Volumenstrom zur Entfeuchtung: (VDI 2089, Abb. 3.9)

$$\begin{aligned}\text{Betrieb:} &= 50 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} \cdot 237 \text{ m}^2 = \mathbf{11850 \text{ m}^3/\text{h}} \\ \text{Ruhe:} &= 15 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h} \cdot 237 \text{ m}^2 = \mathbf{3555 \text{ m}^3/\text{h}}\end{aligned}$$

#### Jahres-Energiebedarf Wasserverdunstung:

$$\begin{aligned}Q_v &= \dot{Q}_v \cdot t \\ \text{Betrieb:} &= 47,9 \text{ kW} \cdot 8 \text{ h/d} \cdot 300 \text{ d/a} = \mathbf{115 \text{ MWh/a}} \\ \text{Ruhe:} &= 10,1 \text{ kW} \cdot 16 \text{ h/d} \cdot 300 \text{ d/a} = \mathbf{48 \text{ MWh/a}} \\ &\text{Summe} = \mathbf{163 \text{ MWh/a}}\end{aligned}$$

#### Heizlast (Lüftung) Halle:

$$\begin{aligned}\dot{Q}_L &= \dot{m}_L \cdot (h_{zL} - h_w) \\ \text{Winter:} &= 5338 \text{ kg} \cdot (16,6 \text{ W/kg} - (-3,75 \text{ W/kg})) = \mathbf{108,6 \text{ kW}}\end{aligned}$$

|                     | Fläche<br>[m²] | Höhe<br>[m] | Raum-<br>volumen<br>[m³] | VDI 2089<br>Forderung | Luft-<br>volumen<br>[m³] | Raum-<br>temp.<br>[°C] | Heiz-<br>last<br>[kW] | VBH<br>[h/a] | Wärme-<br>Bedarf<br>[MWh] |
|---------------------|----------------|-------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------|---------------------------|
| Halle Verdunstung   |                |             |                          |                       |                          | 31                     | 47,9                  |              | 163,0                     |
| Halle Lüftung       | 624            | 5,50        | 3432                     | 50 m³/m²h             | 11850                    | 31                     | 108,6                 |              | 165,0                     |
| Dusche/WC Verdunst. |                |             |                          |                       |                          | 26                     | 4,0                   |              | 14,0                      |
| Dusche/WC Lüftung   | 50             | 5,50        | 275                      | 220 m³/<br>Dusche*h   | 3080                     | 26                     | 52,4                  |              | 14,3                      |
| Umkleide            | 115            | 5,50        | 635                      | 20 m³/m²h             | 2300                     | 24                     | 30,5                  | 1200         | 36,6                      |
| Vorbau              | 79             | 3,00        | 237                      |                       | 237                      | 22                     | 3,0                   | 1200         | 3,6                       |
| Sonstige Räume      | 219            | 5,50        | 1202                     |                       | 1202                     | 27                     | 14,3                  | 1200         | 17,2                      |
| Sauna               | 115            | 2,50        | 288                      |                       | 430                      |                        | 6,0                   | 1200         | 7,2                       |
| <b>Lüftung</b>      |                |             | 6069                     |                       |                          |                        |                       |              | 244,0                     |
| <b>Verdunstung</b>  |                |             |                          |                       |                          |                        |                       |              | 177,0                     |

Abb. 3.9 Aufteilung Lüftungswärmebedarf

Aufgrund der relativ geringen Hallenbelegung erfolgt die Lüftung nicht entsprechend den hohen Forderungen der VDI 2089.

**Sanierungsvarianten:**

Nach grundlegender energetischer Sanierung der Schwimmhalle kann in der Abluft enthaltene Wärmeenergie über Wärmetauscher und/oder über eine Wärmepumpe zurückgewonnen werden. Gleichzeitig kann damit die Entfeuchtung der Hallenluft erfolgen. Dabei sind unterschiedliche Ausführungen und Systeme möglich, die hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit im Folgenden untersucht werden sollen. (zentrale Wärmetauscher mit und ohne Wärmepumpe, dezentrale Entfeuchtungskompaktgeräte)

Bei allen Varianten wird von keiner Veränderung des Beckenvolumens und keinen zusätzlichen Einrichtungen ausgegangen. Die Besucherzahlen sollten leicht um ca. 20 % steigen, was allerdings nur geringen Einfluß auf die Auslegung hat, da ohnehin von der maximalen Belastung ausgegangen wird, wobei z. B. Schulklassen ohnehin eine kurzzeitige Spitzenbelastung mit sich bringen.

**Varianten zur Lüftung + Entfeuchtung (Halle + Dusche)**

Da auch die Luft der Duschräume sehr viel latente Wärme enthält, soll eine gemeinsame Entfeuchtung der Halle und der Duschen erfolgen. Das erfordert eine direkte Trennung zwischen Dusche/WC und dem Umkleidebereich (Mehrkosten).

Die Zuluft kann hauptsächlich über das vorhandene Kanalsystem in die Halle eingeleitet werden. Die Abluft muß von den Duschräumen bzw. der Halle zum Standort des jetzigen Zulüfters geführt werden. Die Abmessungen der Lüftungsgeräte sind bei der Planung aufgrund von Platzknappheit zu prüfen.

**Variante LE 1: WRG mit Wärmetauschern und WP**

Bei Verwendung einer Wärmepumpe, (sowohl Zentral- als auch Kompaktgeräte), wird die Abluftenthalpie im Umluftbetrieb (auch Zuführung von Frischluft) zurückgewonnen, und zwar in der Weise, daß der Verdampfer einer Wärmepumpe in den Abluftweg hinter zwei Plattenwärmetauschern (Rekuperatoren) eingeschaltet wird. Dabei wird die Abluft unter den Taupunkt abgekühlt und gleichzeitig entfeuchtet. Der hinter dem Verdampfer eingebaute Kondensator gibt die aufgenommene Wärme, vermehrt um das Wärmeäquivalent der Kompressorarbeit, an die Zuluft ab. Dabei hat die Zuluft höhere Temperaturen als vor dem Kühler, denn sie enthält außer der Kompressionsenergie die gesamte Wärme, die dem Wasser und der Luft entzogen worden ist.

Die bei steigender Außentemperatur überschüssige Kondensatorwärme kann optimal zur Erwärmung des Becken- oder Duschwassers verwendet werden. Zur Erneuerung der Hallenluft muß in der Betriebsphase dauernd ein Teil Außenluft, mindestens 20 m³/h je Person, zugesetzt werden.

**Variante LE 2: WRG / Entfeuchtung mit Plattenwärmetauschern**

Diese Variante enthält wie LE 1 ebenfalls einen Doppelwärmetauscher, allerdings ohne zusätzliche Wärmepumpe, d.h., die Entfeuchtung erfolgt hauptsächlich durch einen Austausch der Luft (mit Wärmerückgewinnung).

**Variante LE 3: WRG / Entfeuchtung mit Klimakompaktgeräten**

Installation von 3 Klimakompaktgeräten im Hallenraum (Klimatruhen). Die Entfeuchtungsleistung wird dem Ruhebetrieb entsprechen ausgelegt (Lüftungsanlage außer Betrieb). Bei erhöhtem Feuchteanfall wird die Lüftungsanlage zugeschaltet. Mit den Klimatruhen ist zwar die Entfeuchtung der Hallenluft hauptsächlich gelöst, aber die Be- und Entlüftung muß auf anderem Wege sichergestellt werden:

- a) alte Lüftungsanlage wird weiterbetrieben
- b) neue Be- und Entlüftungsanlage

Da die alte Lüftungsanlage ohnehin erneuerungsbedürftig ist, wird **Variante b)** betrachtet. Dazu wird ein Gerät zur WRG mit 2 Plattenwärmetauschern in die Berechnung einbezogen. Die Zuluftzuführung kann hauptsächlich über die vorhandenen Luftkanäle im Fensterbereich erfolgen. Für die Abluft sind neue Kanäle notwendig.

### Varianten zur Lüftung: Umkleideräume, Aufenthaltsraum Schwimmmeister, Vorraum

#### Variante L 1: Wärmerückgewinnung mit Plattenwärmetauschern

3-fach Plattenwärmetauscher am Standort des bisherigen Zulüfters für Umkleideräume.  
Die Zuluft kann demzufolge hauptsächlich über die vorhandenen Leitungen zugeführt werden.  
Die Abluftzuführung zum Wärmetauscher ist neu zu installieren.

| Variante           | Lüftungs-Wärmebedarf [MWh/a] | Wärmerück-gewinnungsgrad | Rückgewon-nene Wärme [MWh/a] | Nachheiz-Wärme [MWh/a] | Zusätzliche Elektroenergie [MWh/a] |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| LE 1 (WT + WP)     | 357                          | 0,87                     | 311                          | 46                     | 57                                 |
| LE 2 (WT)          | 179                          | 0,80                     | 143                          | 34                     | 12                                 |
| LE 3 (Truhen + WT) | 357                          | 0,70                     | 250                          | 107                    | 40                                 |
| L 1 (WT)           | 54                           | 0,80                     | 43                           | 11                     | 0                                  |

| Variante | Kosten eingesp. Wärme [DM/a] | Kosten zusätzl. Elektroenergie [DM/a] | Kosten zusätzl. Wartung [DM/a] | Einsp. Kosten gesamt [DM/a] | Invest.-Kosten [DM] | Instandh.-kosten [DM] | Kosten für AT [DM] | AT [a] |
|----------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------|
| LE 1     | 31 100                       | 11 500                                | 3 000                          | 16 600                      | 240 000             | 100 000               | 140 000            | 8,5    |
| LE 2     | 14 300                       | 2 420                                 | 2 000                          | 9 880                       | 201 000             | 100 000               | 101 000            | 10,1   |
| LE 3     | 25 000                       | 8 120                                 | 3 500                          | 13 380                      | 220 000             | 100 000               | 120 000            | 9,0    |
| L 1      | 4 300                        | 0                                     | 1 000                          | 3 300                       | 95 000              | 48 000                | 47 000             | 13,9   |

Abb. 3.10 Vergleich der Lüftungs-Varianten

**Kostenansatz:**                      Wärmeenergie      0,10    DM/kWh (Nutzenergie)  
   Elektroenergie      0,203    DM/kWh

Die Verluste der Lüftung und Entfeuchtung können durch Wärmerückgewinnung wesentlich reduziert werden. Es ist aber ein Anstieg des Elektroenergieverbrauchs zu erwarten.

### 3.5 Variantenvergleich zur Warmwasserbereitung

Durch die relativ geringe Auslastung der Schwimmhalle und sparsamen Betrieb ist ein relativ geringer Warmwasserverbrauch vorhanden. Zur Energieeinsparung und Kostenreduzierung wird in folgenden Varianten die Wärmerückgewinnung aus dem Dusch- und Beckenwasser untersucht.

#### Warmwasserbedarf:

$$Q_{ww} = 131 \text{ Pers./d} \cdot 36 \text{ l/Pers.} \cdot 300 \text{ d/a} \cdot 40 \text{ K} \cdot 1,16 \text{ Wh/l} = 65 \text{ MWh/a}$$

**Beckenwassererwärmung:****Erstaufheizung:**

$$Q_{BF} = 467 \text{ m}^3 \cdot 1,16 \text{ Wh/l} \cdot 18 \text{ K} = 9,7 \text{ MWh/a}$$

**Nachspeisung:**

$$Q_S = 30 \text{ l/Pers.} \cdot 131 \text{ Pers./d} \cdot 300 \text{ d/a} \cdot 1,16 \text{ Wh/l} \cdot 18 \text{ K} = 24,6 \text{ MWh/a}$$

**Transmission Beckenwände:**

$$Q_{TB} = 138 \text{ m}^2 \cdot 2 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 18 \text{ K} \cdot 2400 \text{ h} = 11,9 \text{ MWh/a}$$

Die bislang über das vorhandene Heizsystem erfolgende Warmwasserbereitung kann mit zusätzlich gewonnener Energie aus der Hallenluftentfeuchtung bzw. aus der Luft-Wärmerückgewinnung erfolgen. Desweiteren sind bei entsprechend hohem Wasserbedarf Warmwasserwärmetauscher für Dusch- und Filterrückspülwasser denkbar. Letzteres soll in den folgenden 5 Varianten geprüft werden.

**Sanierungsvariante WR 1: Beckenspeisewasser-Wärmerückgewinnung**

Das aus dem Becken in die Kanalisation ablaufende Schwimmbadwasser wird über einen Plattenwärmetauscher mit nachgeschalteter Wärmepumpe geleitet. Dem abfließenden Wasser wird Wärme entzogen, die dem Speisewasser zugeführt wird (alternativ wäre auch die Zuführung der Wärme zum Duschwasser möglich).

**Sanierungsvariante WR 2: Duschwasser-Wärmerückgewinnung**

Größere Energiemengen werden für die Warmwasserbereitung zum Duschen verbraucht. Für eine Wärmerückgewinnung wie bei WR 1 wird zusätzlich ein Speicher für die Aufnahme des Dusch-Abwassers erforderlich (ca. 2 m³). Die Rückspeisung der Wärme kann vorrangig im Duschwasser und danach ins Beckenwasser erfolgen.

**Sanierungsvariante WR 3: Duschwasser- und Beckenspeisewasser- Wärmerückgewinnung**

Bei Nutzbarkeit großer Abwassermengen, wird die WRG aus Dusch- und Becken-Abwasser günstiger (Technik: WRG mit WP). Auch zumindest Teile des Filterrückspülwassers sollten daher energetisch genutzt werden (Zwischenspeicher muß dann viel größer ausgelegt werden). Nachteilig ist allerdings die Vermischung des Duschwassers mit dem Filter-Rückspülwasser. Die Ableitung letzterer Abwässer in den Regenwasserkanal wäre damit nicht mehr möglich. (Mehrkosten)

**Sanierungsvariante WR 4: Zentraler Wärmetauscher (ohne WP) zur Vorwärmung des Wassers**

Diese Variante beinhaltet die Wärmerückgewinnung aus dem Dusch-Abwasser über einen Abwasserwärmetauscher ohne Wärmepumpe. Günstiger wäre auch das Rückspülwasser über den Wärmetauscher zu leiten, aber damit entstehen Mehrkosten für Abwasser. Zusätzliche Speicher sind für die Zwischenspeicherung des Dusch-Abwassers sowie vor dem Warmwasserspeicher für das vorgewärmte Wasser notwendig. Die Vorschriften zur Legionellenvermeidung erfordern zusätzlichen Aufwand: (a)Wärmetauscher oder (b) tägliche Speicheraufheizung.

**Sanierungsvariante WR 5: Wärmetauscher für jeweils eine Dusche**

Das Kaltwasser wird dabei zeitverzögert etwas vorgewärmt. Eine Variante mit Zusammenschaltung von je zwei Duschen wäre ebenfalls denkbar. Diese Variante ist nur sinnvoll, wenn Kaltwasser bis zu jeder Dusche geführt wird und kein auf Duschtemperatur vorgemischtes Wasser bereitgestellt wird.

**Sanierungsvariante WB 1: Dämmung der Beckenwände zum Umgang**

Dämmung der Becken-Seitenwände mit **80 mm PSH-Dämmplatten (WLG: 040)** zur Verringerung der Transmission zum Beckenumgangsraum. Die Investition beläuft sich auf ca. 70 DM/m<sup>2</sup> (ca. 10000 DM).

| Variante                         | Wärmebedarf<br>[MWh/a] | Wärmerückgewinnungsgrad | Rückgew. Wärme<br>[MWh/a] | Nachheizung Wärme<br>[MWh/a] | Zusätzliche Elektroenergie<br>[MWh/a] |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| WR 1: (Beckenwasser)             | 24,6                   | 0,85                    | 20,9                      | 3,7                          | 2,10                                  |
| WR 2: (Dusche)                   | 65,4                   | 0,80                    | 52,3                      | 13,1                         | 6,30                                  |
| WR 3: (Dusche +<br>Beckenwasser) | 90,0                   | 0,80                    | 72,0                      | 18,0                         | 8,30                                  |
| WR 4: (Dusche)                   | 65,4                   | (0,25)                  | 16,3                      | 49,1                         | 0,67                                  |
| WR 5: (Dusche dez.)              | 65,4                   | (0,08)                  | 5,2                       | 60,2                         | 0,00                                  |
| WB 1: (Beckenwand)               | 12,0                   |                         |                           | 2,4                          | --                                    |

| Variante | Kosten eingesp. Wärme<br>[DM/a] | Kosten zusätzl. Elektroenergie<br>[DM/a] | Kosten zusätzl. Wartung<br>[DM/a] | Einsparung Kosten<br>gesamt<br>[DM/a] | Invest.-Kosten<br>[DM] | Instandh.-Kosten<br>[DM] | Kosten für AT<br>[DM] | AT<br>[a] |
|----------|---------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------|
| WR 1     | 2 090                           | 427                                      | 400                               | 1 263                                 | 55 000                 | 5 000                    | 50 000                | 34,2      |
| WR 2     | 5 230                           | 1 280                                    | 600                               | 3 350                                 | 72 000                 | 15 000                   | 58 000                | 16,6      |
| WR 3     | 7 200                           | 1 687                                    | 2 800 *)                          | 2 713                                 | 80 000                 | 20 000                   | 60 000                | 20,7      |
| WR 4     | 1 630                           | 136                                      | 100                               | 1 394                                 | 35 000                 | 15 000                   | 20 000                | 13,9      |
| WR 5     | 520                             | 0  | 100                               | 420                                   | 20 000                 | 13 000                   | 7 000                 | 16,0      |
| WB 1     | 960                             | 0  | 0                                 | 960                                   | 10 000                 | 0                        | 10 000                | 10,3      |

**Abb. 3.11** Vergleich der Varianten zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser

\*) incl. höherer Abwasser-Kosten

Aus letzter **Abb.** ist ersichtlich, daß bei Einbau einer WRG für das Wasser möglichst alle anfallenden Abwässer genutzt werden sollten, da die Investition für bestimmte Teilmengen sich weniger lohnt. Allerdings wären damit höherer Abwasser-Kosten verbunden. Daher ist für den konkreten Fall in der kostengünstigen Variante WR4 nur das Duschwasser nutzbar. Dies erfordert allerdings Aufwendungen für eine Zwischenspeicherung. Desweiteren ist die Einhaltung des DVGW-Arbeitsblattes W551 [DVGW - W551] "Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums in Neuanlagen" erforderlich.

### 3.6 Variantenvergleich zur Wärme- bzw. Elektroenergiebereitstellung

Die vorhandene Heizungsanlage erscheint bereits für den Ist-Zustand überdimensioniert. Dieses geht schon aus dem gegenüber der Heizleistung von ca. 2 x 465 kW relativ niedrigem Energieverbrauch von ca. 1.200.000 kWh/a (incl. bisher nicht betrachteter Nebengebäude) hervor. Daher soll im Vorfeld der Sanierung auch die Veränderung des Heizungssystems geprüft werden, ggf. auch die Nutzung eines anderen Energieträgers.

**Ermittlung der Heizlast nach Sanierung: (VDI 2089)**

$$\dot{Q}_H = f_G (\dot{Q}_T + \dot{Q}_{RLT} + (\dot{Q}_V + \dot{Q}_S) / 3 + \dot{Q}_{WW} / 2) \quad (f_G = 0,8)$$

**Folgende Sanierungsvarianten werden zur Ermittlung der Heizlast betrachtet:**

|     |  |
|-----|--|
| L1  | Wärmetauscher (WT) (WRG Umkleideraum)      |
| LE1 | WT + WP (WRG Halle)                        |
| T1  | Dämmung Außenwand, Dach, Fenster           |
| T2  | Dämmung Außenwand, Dach, Fenster, Fußboden |
| WB1 | Beckenwanddämmung                          |
| WR4 | WT (WRG Dusche)                            |

| Variante                           | Ist<br>[kW] | T1<br>[kW] | T1 LE1 L1<br>[kW] | T1 LE1 L1<br>WR4<br>[kW] | T2 LE1 L1<br>WR4 WB1<br>[kW] |
|------------------------------------|-------------|------------|-------------------|--------------------------|------------------------------|
| Transmissionswärme $Q_T$           | 138         | 50         | 50                | 50                       | 38                           |
| Lüftungswärme $Q_{RLT}$            | 215         | 215        | 72                | 72                       | 72                           |
| Verdunstung $Q_V$                  | 48          | 48         | 48                | 48                       | 48                           |
| Becken (Speisew.) $Q_S$            | 9           | 9          | 9                 | 9                        | 9                            |
| Warmwasser $Q_{WW}$                | 69          | 69         | 69                | 55                       | 55                           |
| <b>Gesamt <math>Q_{ges}</math></b> | <b>325</b>  | <b>255</b> | <b>140</b>        | <b>135</b>               | <b>126</b>                   |

**Abb. 3.12** Heizlasten im Vergleich

Die folgende Tabelle zeigt den Jahres-Wärmebedarf nach der Sanierung unter Berücksichtigung leicht steigender Besucherzahlen. (Steigerung um ca. 25 % im Vergleich zum Ist - Zustand)

| Energiebilanz Wärme    | Ist-Zustand<br>[MWh/a] | T1<br>[MWh/a] | T1 LE1 L1<br>[MWh/a] | T1 LE1 L1<br>WR4<br>[MWh/a] | T2 LE1 L1<br>WR4 WB1<br>[MWh/a] |
|------------------------|------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Transmissionswärme     | 331                    | 120           | 120                  | 120                         | 91                              |
| Lüftungswärme          | 244                    | 244           | 244                  | 244                         | 244                             |
| Verdunstung            | 177                    | 177           | 177                  | 177                         | 177                             |
| Becken (Erstfüllung)   | 10                     | 10            | 10                   | 8                           | 8                               |
| Becken (Speisew.)      | 25                     | 25            | 25                   | 25                          | 25                              |
| Becken (Transmission)  | 12                     | 12            | 12                   | 12                          | 5                               |
| Warmwasser             | 65                     | 65            | 65                   | 49                          | 49                              |
| Heizung und Verteilung | 206                    | 154           | 59                   | 53                          | 43                              |
| Wärmerückgewinnung     | 0                      | 0             | - 354                | - 354                       | - 354                           |
| Solare Gewinne         | - 44                   | - 20          | - 20                 | - 20                        | - 20                            |
| Interne Gewinne        | - 60                   | - 38          | - 38                 | - 38                        | - 38                            |
| <b>Summe:</b>          | <b>967</b>             | <b>748</b>    | <b>300</b>           | <b>276</b>                  | <b>230</b>                      |

**Abb. 3.13** Jahres-Wärmebedarf der Sanierungsvarianten

Die folgenden Heizungsvarianten beinhalten, neben dem Bedarf der Schwimmhalle unter Berücksichtigung der **Sanierungsvarianten T1, LE1, L1** zusätzlich folgende Bedarfswerte für die mitbeheizte Kegelbahn:

Heizlast: ca. 100 kW, Wärmeverbrauch: 200 000 kWh/a

**Ist Öl:**

- bestehendes Gebäude
- vorhandene Öl-Heizung (2 x 465 kW)

**San Öl: (Bezugsvariante für die weiteren Heizungs-Varianten)**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- vorhandene Öl-Heizung (2 x 465 kW)

**Gas NT:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- NT-Kessel (Erdgas) (285 kW)

**Gas Bwk:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- Brennwertkessel (Erdgas) (285 kW)

**Holz/Öl:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- Holz-Hackschnitzel-Kessel (150 kW) mit Brennstoffzuführung und Lagerbunker
- Öl-Kessel: (285 kW)
- Hackschnitzellieferung vorgetrocknet mit 40 % Wassergehalt von TWO zum Preis von 20 DM/sm<sup>3</sup>

**Öl/BHKW:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- Ölkessel (285 kW) Es wäre alternativ auch der Weiterbetrieb einer der vorhandenen Kessel bis zum Erreichen der Nutzungsdauer möglich
- BHKW 15 kW<sub>el.</sub> + 22 kW<sub>th.</sub>
- keine Rückspeisung in das öffentliche Netz
- ca. 6000 Betriebsstunden/a

**Gas/WP:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
  - Erdgas - NT-Kessel (285 kW)
  - Gasmotor - Wärmepumpe (150 kW)
- In der Größenordnung der erforderlichen Wärmepumpe sind keine ausgereiften Produkte am Markt erhältlich, so daß diese Variante nur theoretischen Charakter hat.

**MGasTurb:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- Erdgas - NT - Kessel (285 kW)
- Mikrogasturbine 60 kW<sub>th.</sub> / 27 kW<sub>el.</sub>
- Rechnung mit ca. 5000 Betriebsstunden/a

Der Einsatz einer Mikrogasturbine in dieser Größenordnung ist für den verringerten Wärmebedarf der Halle und den geringen Elektroenergiebedarf insgesamt bereits zu groß. Es würde ein Energieüberschuß entstehen, welcher in das Netz eingespeist wird und somit die Wirtschaftlichkeit reduziert.

**Gas WP:**

- gedämmtes Gebäude (T1 LE1 L1)
- Die kleinste am Markt verfügbare Gas-Motor-Wärmepumpe (325 kW) ist für die Schwimmhalle bereits zu groß und damit zu teuer.



| Variante                         |          | Ist Öl  | San Öl  | GasNT    | GasBwk | Holz/Öl | Öl/BHKW | Gas/WP | MGasTurb | GasWP   |
|----------------------------------|----------|---------|---------|----------|--------|---------|---------|--------|----------|---------|
| inst. Leistung                   | [kW]     | 2 x 465 | 2 x 465 | 285      | 285    | 150     | 285     | 285    | 285      | 60/27el |
| Energieträger                    |          | Öl EL   | Öl EL   | Erdgas   | Erdgas | Holz    | Öl      | Erdgas | Erdgas   | Erdgas  |
| 1 Investitionskosten             |          |         |         |          |        |         |         |        |          | WP      |
| Kesselanlage                     | [DM]     |         |         | 23000    | 42000  | 65000   | 23000   | 23000  | 23000    |         |
| Brennstofflagerung               | [DM]     |         |         |          |        | 15000   |         |        |          |         |
| Fördereinrichtung                | [DM]     |         |         |          |        | 15000   |         |        |          |         |
| Wärmepumpe/Puffer                | [DM]     |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| BHKW / Gas-Turbine               | [DM]     |         |         |          |        |         |         | 100000 |          | 350000  |
| Heizungsanlage                   | [DM]     |         |         | 10000    | 10000  | 5000    | 5000    | 5000   | 5000     | 5000    |
| Schornstein                      | [DM]     |         |         | 3000     | 3000   | 3000    | 3000    | 2000   | 3000     | 3000    |
| Warmwasseranlage                 | [DM]     |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| Gasanschluß                      | [DM]     |         |         | 8000     | 8000   |         |         | 4000   | 4000     | 4000    |
| Elektroanschluß                  | [DM]     |         |         | 500      | 500    | 1000    | 500     | 1000   | 500      | 1000    |
| bauliche Einrichtungen           | [DM]     |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| Planungsleistungen               | [DM]     |         |         | 4000     | 6000   | 12500   | 3000    | 3000   | 3000     | 18000   |
| Gesamtinvestition                | [DM]     | 0       | 0       | 48500    | 69500  | 116500  | 33500   | 77000  | 38500    | 147000  |
| Fördermittel                     | [DM]     |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| Annuität 10%                     | [DM]     | 0       | 0       | 4850     | 6950   | 11650   | 3350    | 7700   | 3850     | 14700   |
|                                  |          |         |         |          |        | 15000   | 11050   | 16450  | 18550    | 39400   |
| 2 Verbrauchsgeb. Kosten:         |          |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| Anteil                           |          |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| Energiebedarf (Nutzenergie)      | [kWh/a]  | 945000  | 441000  | 441000   | 441000 | 353000  | 88000   | 220500 | 80000    | 353000  |
| Jahresnutzungsgrad               |          | 0,82    | 0,82    | 0,85     | 0,96   | 0,85    | 0,82    | 0,58   | 0,85     | 1,5     |
| Verteilungsnutzungsgrad          |          | 0,96    | 0,96    | 0,96     | 0,96   | 0,96    | 0,96    | 0,96   | 0,96     | 0,96    |
| Energiebedarf (Endenergie)       | [kWh/a]  | 1200457 | 560213  | 540441,2 | 478516 | 432598  | 111789  | 324000 | 107843   | 245139  |
| Hilfsenergie (Elektro)           | [kWh/a]  | 20000   | 20000   | 10000    | 10000  | 19000   | 10000   | -90000 | 9000     | 2000    |
| Grundpreis                       | [DM/a]   |         |         | 5032     | 5032   |         |         | 5032   | 5032     | 4000    |
| Arbeitspreis                     | [DM/kWh] | 0,08    | 0,08    | 0,0884   | 0,0884 | 0,027   | 0,08    | 0,0884 | 0,0884   | 0,0884  |
| Hilfsenergiekosten               | [DM/a]   | 4066    | 4066    | 2033     | 2033   | 3863    | 203     | 1830   | 2033     | -16200  |
| Ökostener-Rückvergütung          |          |         |         |          |        |         |         | -3888  |          | -6000   |
| Gesamt:                          | [DM/a]   | 100103  | 48883   | 54840    | 49366  | 15543   | 24442   | 16395  | 26132    | 33106   |
|                                  |          |         |         |          |        | 24689   | 28177   | 38472  | 49973    |         |
| 3 Betriebsgeb. Kosten            |          |         |         |          |        |         |         |        |          |         |
| Bedienung                        | [DM/a]   |         |         |          |        | 1000    |         |        |          |         |
| Wartung/Reinig./S.feger          | [DM/a]   | 700     | 700     | 600      | 500    | 2000    | 600     | 6000   | 300      | 200     |
| Gesamt:                          | [DM/a]   | 700     | 700     | 600      | 500    | 3000    | 600     | 5000   | 300      | 200     |
|                                  |          |         |         |          |        | 3600    | 6600    | 5600   | 500      | 6000    |
| Gesamtkosten                     | [DM/a]   | 100803  | 49583   | 60290    | 56816  | 43289   | 45827   | 60522  | 69023    | 78506   |
| Gesamtk. (Bezug Nutzenergie)     | [DM/kWh] | 0,107   | 0,112   | 0,137    | 0,129  | 0,098   | 0,104   | 0,137  | 0,157    | 0,178   |
| Heizkosten (2 + 3) (Nutzenergie) | [DM/kWh] | 0,107   | 0,112   | 0,126    | 0,113  | 0,064   | 0,079   | 0,100  | 0,114    | 0,089   |
| Heizkosten (2 + 3) (Endenergie)  | [DM/kWh] | 0,084   | 0,089   | 0,103    | 0,104  | 0,043   | 0,087   | 0,158  | 0,123    | 0,128   |
| Amort.-zeit                      | [Jahre]  |         | Bezug   | -        | -      | 7,1     | 7,5     | 26,9   | keine    | 32,8    |

Abb. 3. 14 Vergleich Heizungsvarianten

### 3.7 Reduzierung des Elektroenergieverbrauchs

| Tarif       | 02/00 bis 01/01<br>ohne 7 + 8/00<br>[kWh/Monat] | 07-08/00<br>[kWh/Monat] | Gesamt<br>Summe [kWh/a] |
|-------------|---|-------------------------|-------------------------|
| NT          | 6257  | 1640                    | 65850                   |
| HT          | 8615  | 1905                    | 89960                   |
| Blindarbeit | 3169 kVarh                                      | 1607 kVarh              | 34905 kVarh             |

**Abb. 3.15** Elektroenergieverbrauch

Entsprechend der vorhandenen elektrischen Verbraucher wurde anhand der geschätzten Laufzeiten (siehe **Anlage 3.2**) folgende Aufteilung der Wirkarbeit ermittelt:

|                        | Hirschfelde | Allgemeiner Ø |
|------------------------|-------------|---------------|
| Lüftungstechnik        | 22 %        | 30 - 40 %     |
| Heizungstechnik        | 13 %        | 3 - 5 %       |
| Badewasseraufbereitung | 48 %        | 30 - 40 %     |
| Beleuchtung            | 12 %        | 15 - 25 %     |
| Sauna                  | 5 %         | 15 - 25 %     |

**Abb. 3.16** Vergleich der Wirkarbeit

Der Elektroenergieverbrauch ist im Vergleich zur ÜÖBV-Statistik in der Schwimmhalle Hirschfelde relativ gering. Auffallend niedrig im Vergleich zu anderen Schwimmbädern ist der Anteil für die Raumlüftung (Ventilatoren). Das kann durch den sparsamen Betrieb und die geringe Belegung erklärt werden.

#### Einsparmöglichkeiten:

In Verbindung mit modernisierten Anlagen zur Badewasseraufbereitung läßt sich ein etwas geringerer Energieverbrauch erzielen (s. **Pkt. 3.9**). Die Lüftungstechnik wird durch moderne Anlagen mit Wärmerückgewinnung aufwendiger und führt damit zu einem Mehrverbrauch an Elektroenergie, wobei durch moderne Ventilatorentechnik etwas gegen-gesteuert werden kann.

#### Sanierungsvariante E1: Energie-Management

Steuergeräte für das Energiemanagement steuern angeschlossene elektrische Verbraucher in Abhängigkeit von der in Anspruch genommenen Gesamtleistung. Für den Anschluß kommen der Saunaofen, sowie ausgewählte Pumpen und Ventilatoren in Frage.

Die Maßnahme verringert nicht den Energieverbrauch, führt aber zu einer Kostenreduzierung.

#### Sanierungsvariante E2: Blindleistungskompensation

Der Blindleistungsanteil kann durch eine Anlage zur Blindleistungskompensation verringert werden. Diese Arbeiten sind im Rahmen der Erneuerung der Elektroinstallation ausführbar.

#### Sanierungsvariante E3: bedarfsgerechte Beleuchtung

Bei einer Erneuerung der Beleuchtung der Halle und der Nebenräume sollten energiesparende Beleuchtungssysteme eingesetzt werden. Für die Halle ist eine bedarfsgeführte tageslichtabhängige Steuerung anzustreben, die die Beleuchtung dem aktuellen Bedarf automatisch anpaßt.

| Variante                      | Kosten<br>[DM] | Instandh.<br>Kosten<br>[DM] | Kosten<br>für AT<br>[DM] | Elektroenergie-<br>einsparung<br>[kWh/a] | Kosten-<br>einsparung<br>[DM/a] | AT<br>[a] |
|-------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------------|--|---------------------------------|-----------|
| E1 Energiemanagement          | 4 000          | 0                           | 4 000                    | 5 kW * 219 DM/kW                         | 1 095                           | 3,8       |
| E2 Blindleistungskompensation | 10 000         | 3 000                       | 7 000                    | 34905 kVarh                              | 684                             | 10,2      |
| E3 Beleuchtungsanpassung      | 90 000         | 85 000                      | 5 000                    | 3 000                                    | 609                             | 8,2       |

Abb. 3.17 Elektroenergieeinsparung (Wirtschaftlichkeit)

Trotz der energiesparenden Maßnahmen wird durch die Lüftung mit Wärmerückgewinnung mit einem Anstieg des Elektroenergieverbrauchs auf ca. 200 000 kWh/a gerechnet. Anteile davon werden allerdings wieder der Hallenheizung zugeführt.

### 3.8 Emissionsminderungen

Die Schadstoffbilanzierung erfolgt im folgenden Abschnitt auf der Basis **GEMIS (V 2.0)** unter Verwendung der Standard-Datensätze für Heizöl-EL, Erdgas und Holz-Hackschnitzel. Beim BHKW und der Mikro-gasturbine wurde für den im Koppelprozeß erzeugten Strom die sonst bei der Stromerzeugung in einem externen Kraftwerkspark entstehen würdenden Emissionen gutgeschrieben (Basis: Strom-Mix BRD).

Da die lokalen Emissionen nur die Energieerzeugung am Standort betrachten, werden in den dargestellten globalen Emissionen die vorgelagerten Stufen (Förderung, Erzeugung, Transport) sowie Material (anteilige Emissionen durch die Herstellung) einbezogen.

Die Bilanz wird zunächst für die unter **Pkt. 3.6** vorgestellten Heizungsvarianten, incl. des Energieverbrauchs der Kegelbahn, aufgestellt. Starke Emissionsminderungen bei CO<sub>2</sub> sind bei Holz und bei den KWK-Anlagen zu verzeichnen, bei Letzteren aufgrund der Stromgutschrift, bei Holz aufgrund der CO<sub>2</sub>-Neutralität. Lediglich bei Staub ergibt sich bei Holzhackschnitzeln eine Verschlechterung gegenüber dem jetzigen Zustand.

|                 |        | Ist Öl  | San Öl  | GasNT   | GasBwk  | Holz/Öl | Öl/BHKW | Gas/WP  | MGasTurb | GasWP   |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| SO <sub>2</sub> | [kg/a] | 315     | 147     | 0,5     | 0,5     | 107     | 137     | 0,5     | - 47     | 0,5     |
| NO <sub>x</sub> | [kg/a] | 167     | 78      | 41      | 23      | 170     | 91      | 91      | 86       | 104     |
| Staub           | [kg/a] | 4       | 2       | 0,5     | 0,5     | 67      | 9       | 3       | 2        | 3       |
| CO <sub>2</sub> | [kg/a] | 304 172 | 141 947 | 107 953 | 107 953 | 28 325  | 86 147  | 107 953 | 59 310   | 107 953 |

Abb. 3.18 lokale Emissionen der Heizungsvarianten

|                 |        | Ist Öl  | San Öl  | GasNT   | GasBwk  | Holz/Öl | Öl/BHKW | Gas/WP  | MgasTurb | GasWP   |
|-----------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| SO <sub>2</sub> | [kg/a] | 394     | 184     | 14      | 14      | 129     | 99      | 14      | - 146    | 14      |
| NO <sub>x</sub> | [kg/a] | 305     | 142     | 74      | 64      | 256     | 117     | 116     | 61       | 127     |
| Staub           | [kg/a] | 14      | 6       | 2       | 2       | 73      | 7       | 4       | - 6      | 5       |
| CO <sub>2</sub> | [kg/a] | 364 219 | 169 969 | 124 950 | 124 950 | 49 360  | 64 939  | 124 950 | 2 462    | 124 950 |

Abb. 3.19 globale Emissionen der Heizungsvarianten

Im folgenden Vergleich werden die Emissionen nur für die Schwimmhalle (ohne Kegelbahn) unter Einbeziehung des Elektroenergiebedarfs der Halle betrachtet.

### Verglichene Versionen:

Ist Öl: Ist-Zustand (Gebäudehülle, Öl-Heizung)  
 San Öl (T1, LE1, L1): sanierte Gebäudehülle + WRG (Lüftung) + Öl-Heizung  
 Holz / Öl (T1, LE1, L1): sanierte Gebäudehülle + WRG (Lüftung) + Holz-Hackschnitzel- / Öl-Heizung  
 Holz / Öl (T1, LE1, L1, WR4): sanierte Gebäudehülle + WRG (Lüftung + Wasser) + Holz-Hackschnitzel- / Öl-Heizung

|                 |        | Ist Öl  | San Öl<br>T1 LE1 L1 | Holz/Öl<br>T1 LE1 L1 | Holz/Öl<br>T1 LE1 L1 WR4 |
|-----------------|--------|---------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| SO <sub>2</sub> | [kg/a] | 320     | 151                 | 129                  | 122                      |
| NO <sub>x</sub> | [kg/a] | 235     | 164                 | 215                  | 203                      |
| Staub           | [kg/a] | 10      | 10                  | 45                   | 41                       |
| CO <sub>2</sub> | [kg/a] | 351 967 | 201 572             | 139 450              | 137 519                  |

Abb. 3.20 lokale Emissionen ausgewählter Varianten

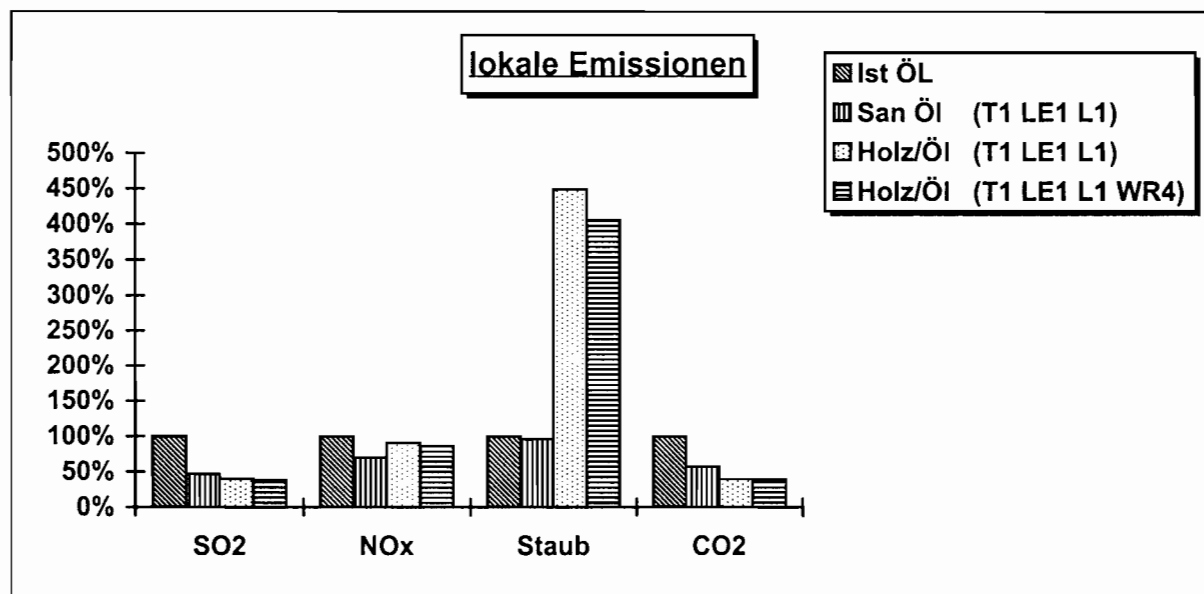
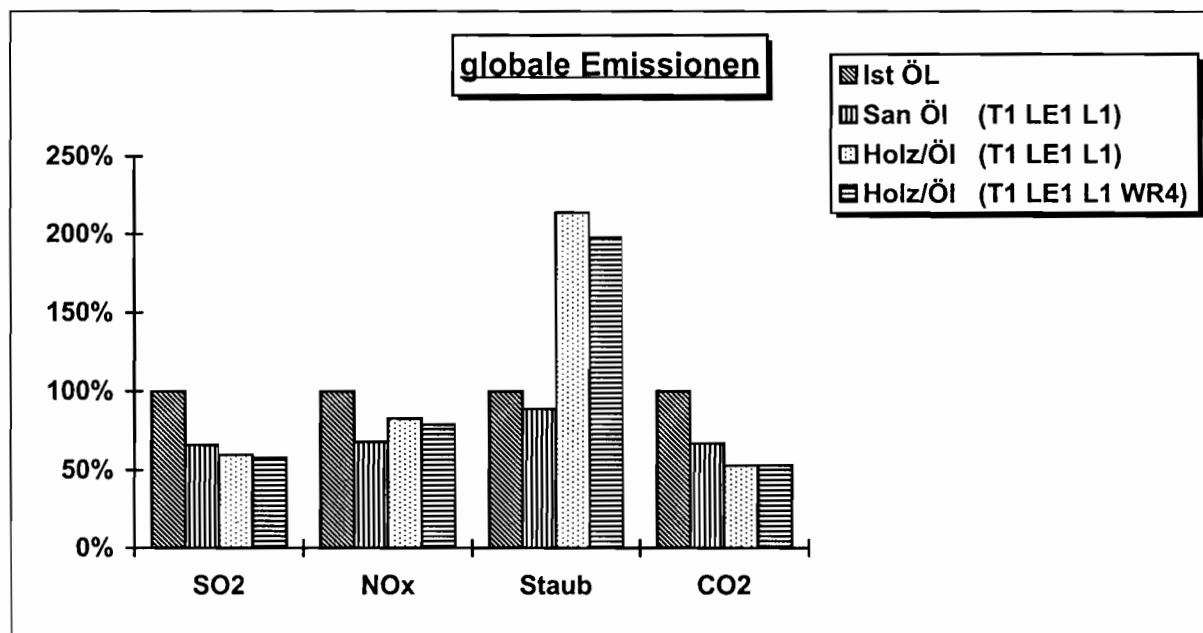


Abb. 3.21 lokale Emissionen ausgewählter Varianten in [%]

|                 |        | Ist Öl  | San Öl<br>T1 LE1 L1 | Holz/Öl<br>T1 LE1 L1 | Holz/Öl<br>T1 LE1 L1 WR4 |
|-----------------|--------|---------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| SO <sub>2</sub> | [kg/a] | 516     | 338                 | 308                  | 299                      |
| NO <sub>x</sub> | [kg/a] | 418     | 285                 | 347                  | 330                      |
| Staub           | [kg/a] | 29      | 26                  | 63                   | 58                       |
| CO <sub>2</sub> | [kg/a] | 487 687 | 326 285             | 260 344              | 257 025                  |

Abb. 3.22 globale Emissionen ausgewählter Varianten



**Abb. 3.23** globale Emissionen ausgewählter Varianten in [%]

Die Verminderung der Emissionen, insbesondere bei SO<sub>2</sub>, ergibt sich aufgrund des verringerten Energiebedarfs durch die Dämmung in Verbindung mit der Wärmerückgewinnung, sowie die Energieträgerumstellung auf Holz (berechnet mit ca. 20 % Öl-Heizungs-Anteil).

Bei Staub und NO<sub>x</sub> ergeben sich durch die Holz-Heizung Mehremissionen. Zusätzliche Emissionen sind auch durch den höheren Elektroenergiebedarf nach der Sanierung zu verzeichnen.

Die globalen CO<sub>2</sub> - Emissionen können durch Energiebedarfssenkung und Energieträgerumstellung auf unter 50 %, die Lokalen auf fast 50 % der ursprünglichen Emission verringert werden.

### 3.9 Einsparung von Wasser und rationelle Abwasserentsorgung

Der vorhandene Wasserverbrauch liegt bereits erheblich unter den Durchschnitt vergleichbarer Bäder. Die Aufteilung des Wasserverbrauches wurde wie folgt abgeschätzt:

| Wasserverbrauch    | [m³/a]      |
|--------------------|-------------|
| Beckennachspeisung | 1230        |
| Dusche             | 1640        |
| Beckenfüllung      | 430         |
| Verdunstung        | 250         |
| Sonstige incl. WC  | 450         |
| Summe:             | 4000        |
| Kosten             | 14 000 DM/a |

**Abb. 3.24** Aufteilung Wasserverbrauch

Eine Einsparung von Wasser ist durch die Installation von durchflußbegrenzten Duscharmaturen im Zusammenhang mit der Modernisierung des Sanitär-/Duschbereiches möglich. Das Einsparungspotential erscheint aber angesichts des vorhandenen Verbrauches relativ gering. Die Anzahl der Duschen entspricht VDI 2089.

Alternativ zur vorhandenen Trinkwasserentnahme aus dem öffentlichen Netz soll ein eigener Brunnen oder die Heranführung aus einem externen ca. 900 m entfernten Wasser-Reservoir untersucht werden:

#### Sanierungs-Variante W 1: Wasser-Brunnen

|                  |  |        |       |
|------------------|--|--------|-------|
| Pumpentechnik:   |  | 8 000  | DM    |
| Brunnenbohrung:  |  | 17 000 | DM    |
| Wasser-Entnahme: | $1,20 \text{ DM/m}^3 \cdot 4\,000 \text{ m}^3 =$ | 4 800  | DM/a  |
| Analyse:         |  | 1 000  | DM/a  |
| Wartung:         |  | 2 000  | DM/a  |
| Elektroenergie:  |  | 50     | DM/a  |
| Gesamtkosten:    |  | 7 850  | DM/a  |
| Einsparung:      |  | 6 150  | DM/a  |
| AT:              |  | 4,2    | Jahre |

#### Sanierungs-Variante W 2: Wasser-Fernleitung

|                           |  |        |       |
|---------------------------|--|--------|-------|
| Wasserleitung (Material): | $30 \text{ DM/m} \cdot 900 \text{ m} =$          | 27 000 | DM    |
| Verlegung:                | $100 \text{ DM/m} \cdot 900 \text{ m} =$         | 90 000 | DM    |
| Analyse:                  | $1\,000 \text{ DM} =$                            | 1 000  | DM/a  |
| Wasserentnahme:           | $1,20 \text{ DM/m}^3 \cdot 4\,000 \text{ m}^3 =$ | 4 800  | DM/a  |
| Gesamtkosten:             |  | 5 800  | DM/a  |
| Einsparung:               |  | 8 200  | DM/a  |
| AT:                       |  | 13,9   | Jahre |

Die Brunnen-Variante weist eine bessere Wirtschaftlichkeit auf und sollte, wenn eine Abkopplung vom öffentlichen Netz favorisiert wird, weiter untersucht werden. In der Gesamt-Kostenrechnung wurden beide Varianten nicht berücksichtigt.

#### Sanierungs-Variante WA 1: Abwasserreinigung

Das Abwasser aus WC und Dusche wird im gegenwärtigen Zustand der Kanalisation zugeleitet. Abfließendes Überschußwasser aus dem Schwimmbecken, welches nicht im Schwallwasserbehälter zwischengelagert wird, sowie Rückspülwasser wird in den Regenkanal geleitet. Ein weiterer Anteil des zugeführten Wassers verdunstet (ca. 250 m³/a). Die Abwassergebühr wird somit etwa halbiert und damit entstehen nur noch Kosten von ca. 10 TDM/a. Dieser Zustand stellt ökologisch nicht das Optimum dar.

Für das Rückspülwasser wäre zur Reinigung eine Pflanzenkläranlage denkbar. Erschwert wird die Anwendung durch den hohen Anteil von Schwebeteilchen, die eine zusätzliche Filterung bzw. ein Absetzbecken erfordern. Letzteres wird auch durch den unkontinuierlichen Anfall (etwa 2x wöchentlich 15 m³ Rückspülwasser) notwendig. Der Einfluß von Chlor-Verbindungen ist ebenfalls zu prüfen. Ggf. wird ein Absetzbecken zur Zwischenspeicherung mit Egalisierung der Cl-Verbindungen erforderlich.

Bei Anwendung einer Pflanzenkläranlage ist es auch günstig, organische Abwässer (Dusche, Toilette) mit einzuleiten. Damit wäre eine wesentlich größere Auslegung erforderlich (ca. 100 m² Fläche). Eine Befreiung von der Verpflichtung zur Nutzung der Einrichtungen des Abwasserzweckverbandes wäre notwendig. Die Möglichkeit und die Bedingungen wären vor weiterer Planung verbindlich zu klären.

Die Kosten für eine Pflanzenkläranlage wurden zunächst auf ca. 100 TDM abgeschätzt. Das bedarf allerdings noch der Klärung technischer Fragen. Maximal wäre eine Einsparung von 100 % Abwassergebühren möglich (Befreiung Nutzungsverpflichtung). Allerdings wären damit Auslastungs- und Einnahmeverluste des Abwasserverbandes verbunden. In der Kosten-Berechnung diese Variante daher nicht berücksichtigt.

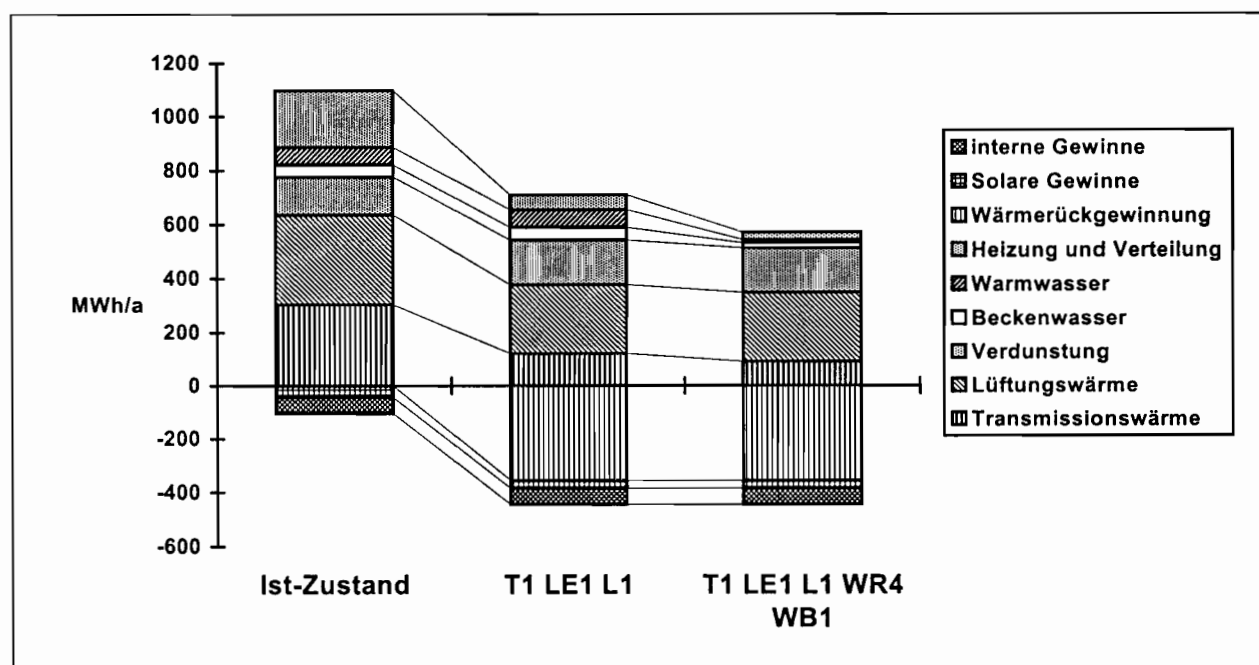
Bei der bisherigen Verfahrensweise der Ableitung des Rückspülwassers sollte in Zukunft vom erforderlichen Bau eines Zwischenspeichers / Absetzbeckens für die Egalisierung der Cl-Verbindungen ausgegangen werden. Die Kosten dafür wurden im Modernisierungskonzept mit ca. 20000 DM eingeplant.

### Wasseraufbereitung:

Die Armaturen der Wasseraufbereitung sind erneuerungsbedürftig. Die Kosten für eine umfassende Erneuerung, einschließlich Veränderung der Beckendurchströmung, würden sich auf ca. 200 000 DM belaufen. Energetische Einsparungen sind nur in geringem Maße durch sparsamere Pumpen erzielbar.

### 3.10 Vergleich mit Energie- und Wasserverbrauchskennziffern

Besonders deutlich zeigt **Abb. 3.25**, in der die Energiebilanz des Gebäudes dargestellt ist, welche Sanierungsmaßnahmen die größten Einsparungen bringen. Wie zu erkennen, lassen sich mehr als 60 % der Energie durch entsprechende bauliche und technische Veränderungen einsparen.



**Abb. 3.25** Energiebedarf vor und nach Sanierung

Betriebsdaten-Vergleich nach dem überörtlichen Betriebsvergleich (ÜÖBV) der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e.V., Schwimmhalle Hirschfelde und weiterer teilsanierter annähernd vergleichbarer Hallen des Typs "Anklam".

|                       |         | ÜÖBV    | ÜÖBV    | ÜÖBV    | Typ "Anklam" |        | Hirschfelde |         |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------|-------------|---------|
|                       |         | 1986    | 1995    | 1999    | Bsp. 1       | Bsp. 2 | ist         | saniert |
| Wasserfläche          | [m²]    | bis 250 | bis 250 | bis 250 | 312          | 312    | 237         | 237     |
| Besucherzahlen        |         | 58 131  | 45 664  | 59 085  | 38 000       | 83 000 | 41 000      | 41 000  |
| Energieträger         | --      | --      | --      | --      | Fernw.       | Fernw. | Öl          | Holz/Öl |
| Wasserverbrauch       | [m³/a]  | 6 772   | 7 614   |         | 4 552        | 6 267  | 4 000       | 4 000   |
| Stromverbrauch        | [MWh/a] |         | 180     |         | 186          | 233    | 156         | 200     |
| Wärmeverbrauch        | [MWh/a] |         | 765     | 760     | 815          | 578    | 1 000       | 300     |
| Energieverbrauch ges. | [MWh/a] | 1 060   | 950     |         | 1 000        | 811    | 1 160       | 500     |

**Abb. 3.26** Betriebsdaten-Vergleich

|                | Energiekosten in [DM/a] |                    |
|----------------|-------------------------|--------------------|
|                | Vor der Sanierung       | Nach der Sanierung |
| Wärme          | 80 000                  | 15 500             |
| Elektroenergie | 31 700                  | 40 600             |
| Wasser         | 14 000                  | 14 000             |
| Abwasser       | 10 000                  | 10 000             |

Abb. 3.27 Energiekosten-Vergleich Schwimmhalle Hirschfelde

### 3.11 Ergebnisse und Schlußfolgerungen

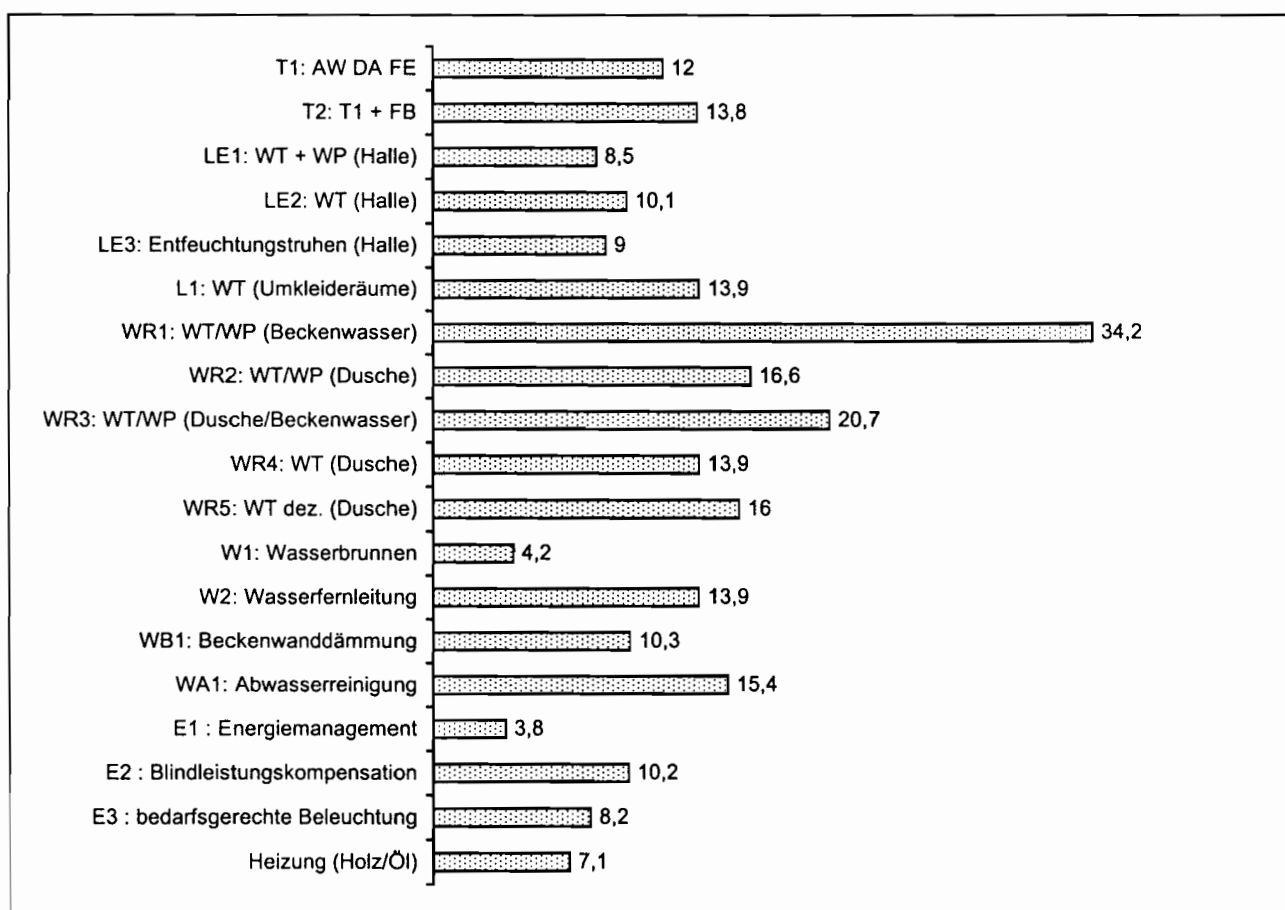


Abb. 3.28 Amortisationszeiten der Maßnahmen in Jahren

**Folgende Maßnahmen sollten im Rahmen einer Sanierung in Angriff genommen werden:**

1. Verbesserte Wärmedämmung der Halle (Verbindung zur Sauna)
2. Wärmerückgewinnung aus der Abluft und Entfeuchtung der Hallenluft durch Einbau eines Kompaktgerätes mit Wärmetauscher und Wärmepumpe.
3. Eine Erneuerung der Elektroanlage und Beleuchtung, incl. Energiemanagement und Blindleistungskompensation, kann zusätzliche Energieeinsparungen bewirken und somit dem zu erwartenden Anstieg des Elektroenergiebedarfs durch die Lüftung mit WRG entgegen wirken.



4. Erneuerung der Beckenwasseraufbereitung und Beckensanierung
5. Eine Wärmerückgewinnung aus Abwasser (Dusche) ist bei einer einfachen Lösung mit vertretbarem Aufwand möglich. Der Nutzen hängt vom Warmwasserbedarf ab.

Da die Heizungsanlage nach energetischer Sanierung der Halle wesentlich überdimensioniert wäre, sollte sie in der Sanierungsplanung beachtet und gleichzeitig eine Veränderung des Heizungssystems realisiert werden. Nach Vergleich der Heizungsvarianten ist eine mit Holz-Hackschnitzel gefeuerte Heizungsanlage wirtschaftlich am günstigsten. Alternativ wäre auch eine BHKW-Lösung möglich. Die Anwendung von Mikro-Gasturbinen bzw. Gas-Wärmepumpen ist nur bei höheren Leistungs- und Verbrauchswerten sinnvoll.

Folgende Maßnahmen sind bei Betrachtung in Zusammenhang mit den Zielen der Gemeinde nicht oder nur eingeschränkt empfehlenswert:

1. eine eigenständige Wasserversorgung
2. Abwasserreinigung (incl. Befreiung vom Benutzungszwang des Abwasserverbandes [AbwS - NL])

Eine Nutzung von Sonnenenergie über eine Solaranlage erfordert zu ihrer Wirtschaftlichkeit eine Nutzung in den Sommermonaten, was voraussichtlich nicht gewährleistet ist. Damit wird keine solare Wassererwärmung empfohlen (in Kombination mit einem Freibad denkbar).

Weitere Lösungen zur zusätzlichen Energiekosteneinsparung und zur Umweltentlastung könnten sein:

(A) Einsatz Stirling-Motor

(A1) Basis: Feste Biomasse (z. B. Holzhackschnitzel)

(A2) Basis: Pflanzenöl oder Biodiesel

(B) Einsatz Brennstoffzelle.

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurden dafür keine praxisreifen Lösungen gefunden, welche den Anforderungen des Standortes Schwimmhalle Hirschfelde entsprechen. Deshalb wurden solche Varianten in das Modernisierungskonzept zunächst nicht aufgenommen. Um die zu erwartenden Kosten für den Elektroenergiebedarf (40 TDM/Jahr) zu senken, wird vorgeschlagen, mit spezialisierten Partnern ein Ergänzungsprojekt zu bearbeiten. In diesem Projekt sollen Lösungen untersucht werden, welche gegebenenfalls als Prototyp bzw. Demonstrationsobjekt parallel bzw. zusätzlich zum vorgeschlagenen Bau- und Sanierungsprojekt realisiert werden.

Die positive Bilanz der globalen Emissionen der Holz/Öl-Heizung wird durch den Elektroenergiebezug aus dem öffentlichen Netz (Strom-Mix BRD) negativ beeinflusst. Die eigene Elektrizitätserzeugung mit Stirling-Motor führt dagegen zu einer Reduzierung dieser Emissionen.

Neben den ökonomischen und ökologischen Effekten sollen solche Lösungen vor allem für die Öffentlichkeits- und Projektarbeit des Trägers genutzt werden.

(Vorschlag Aufgabenstellung für ein solches Ergänzungsprojekt siehe **Anlage 7.1**)

Für Schwimmhallen des Typs "Anklam" lassen sich folgende der im Pkt. 3 betrachteten energetischen Modernisierungsmaßnahmen grundsätzlich empfehlen:

1. Dämmung der Gebäudehülle (Außenwand, Dach, Fenster)
2. Einsatz kontrollierter Lüftung mit Wärmerückgewinnung
3. Veränderung / Anpassung der Heizungsanlagen

Weitere Maßnahmen sind von Fall zu Fall hinsichtlich Wirtschaftlichkeit zu prüfen, da unterschiedliche Besucherzahlen und Verbräuche zu abweichenden Ergebnissen führen.

## 4 Modernisierungskonzept

### 4.1 Maßnahmen und Energieeinsparung

In folgender Übersicht sind alle im **Pkt. 3** untersuchten Sanierungsvarianten enthalten. Die ausgewählten Maßnahmen für das Modernisierungskonzept wurden in der letzten Spalte einer Bau-Etappe zugeordnet.

|            |   | <b>Ein-<br/>sparung<br/>[DM/a]</b> | <b>Gesamt-<br/>kosten<br/>[DM]</b> | <b>Instands.-<br/>kosten<br/>[DM]</b> | <b>Kost. f.<br/>AT<br/>[DM]</b> | <b>AT<br/>[a]</b> | <b>Bau-<br/>etappe</b> |
|------------|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| <b>T1</b>  | <b>Dämmung Außenwand u. Dach, Ersatz Fenster</b>        | <b>21 200</b>                      | <b>581 000</b>                     | <b>317 000</b>                        | <b>264 000</b>                  | <b>12,2</b>       | <b>1</b>               |
| <b>T2</b>  | <b>Dämmung Außenwand, Dach, Fenster, Fußboden</b>       | <b>23 900</b>                      | <b>728 000</b>                     | <b>384 000</b>                        | <b>344 000</b>                  | <b>14</b>         | <b>-</b>               |
| <b>LE1</b> | <b>Wärmetauscher (WT) + Wärmepumpe (WP) (WRG Halle)</b> | <b>16 600</b>                      | <b>240 000</b>                     | <b>100 000</b>                        | <b>140 000</b>                  | <b>8,5</b>        | <b>1</b>               |
| <b>LE2</b> | <b>Wärmetauscher (WRG Halle)</b>                        | <b>9 880</b>                       | <b>201 000</b>                     | <b>100 000</b>                        | <b>101 000</b>                  | <b>10,1</b>       | <b>-</b>               |
| <b>LE3</b> | <b>Entfeuchtungstruhen (WRG Halle)</b>                  | <b>13 380</b>                      | <b>220 000</b>                     | <b>100 000</b>                        | <b>120 000</b>                  | <b>9,0</b>        | <b>-</b>               |
| <b>L1</b>  | <b>WT (WRG Umkleideraum)</b>                            | <b>3 300</b>                       | <b>95 000</b>                      | <b>48 000</b>                         | <b>47 000</b>                   | <b>13,9</b>       | <b>1</b>               |
| <b>WR1</b> | <b>WT/WP (WRG Beckenwasser)</b>                         | <b>1 263</b>                       | <b>55 000</b>                      | <b>5 000</b>                          | <b>50 000</b>                   | <b>34,2</b>       | <b>-</b>               |
| <b>WR2</b> | <b>WT/WP (WRG Dusche)</b>                               | <b>3 350</b>                       | <b>72 000</b>                      | <b>15 000</b>                         | <b>58 000</b>                   | <b>16,6</b>       | <b>-</b>               |
| <b>WR3</b> | <b>WT/WP (WRG Dusche/Beckenwasser)</b>                  | <b>2 713</b>                       | <b>80 000</b>                      | <b>20 000</b>                         | <b>60 000</b>                   | <b>20,7</b>       | <b>-</b>               |
| <b>WR4</b> | <b>WT (WRG Dusche)</b>                                  | <b>1 400</b>                       | <b>35 000</b>                      | <b>15 000</b>                         | <b>20 000</b>                   | <b>13,9</b>       | <b>2</b>               |
| <b>WR5</b> | <b>WT dezentral (WRG Dusche)</b>                        | <b>420</b>                         | <b>20 000</b>                      | <b>13 000</b>                         | <b>7 000</b>                    | <b>16,0</b>       | <b>-</b>               |
| <b>W1</b>  | <b>Wasser-Brunnen</b>                                   | <b>6 150</b>                       | <b>25 000</b>                      | <b>0</b>                              | <b>25 000</b>                   | <b>4,2</b>        | <b>-</b>               |
| <b>W2</b>  | <b>Wasser-Fernleitung</b>                               | <b>8 200</b>                       | <b>117 000</b>                     | <b>0</b>                              | <b>117 000</b>                  | <b>13,9</b>       | <b>-</b>               |
| <b>WB1</b> | <b>Beckenwanddämmung</b>                                | <b>960</b>                         | <b>10 000</b>                      | <b>0</b>                              | <b>10 000</b>                   | <b>10,3</b>       | <b>-</b>               |
| <b>WA1</b> | <b>Abwasserreinigung</b>                                | <b>5 000</b>                       | <b>100 000</b>                     | <b>20 000</b>                         | <b>80 000</b>                   | <b>15,4</b>       | <b>-</b>               |
|            | <b>Absetzbecken / Speicher</b>                          |                                    | <b>20 000</b>                      |                                       | <b>20 000</b>                   |                   | <b>3</b>               |
| <b>E1</b>  | <b>Energie-Management</b>                               | <b>1 095</b>                       | <b>4 000</b>                       | <b>0</b>                              | <b>4 000</b>                    | <b>3,8</b>        | <b>2</b>               |
| <b>E2</b>  | <b>Blindleistungskompensation</b>                       | <b>684</b>                         | <b>10 000</b>                      | <b>3 000</b>                          | <b>7 000</b>                    | <b>10,2</b>       | <b>2</b>               |
| <b>E3</b>  | <b>bedarfsgerechte Beleuchtung</b>                      | <b>609</b>                         | <b>90 000</b>                      | <b>85 000</b>                         | <b>5 000</b>                    | <b>8,2</b>        | <b>2</b>               |
|            | <b>Heizung (Holz/Öl)</b>                                | <b>21 300 *)</b>                   | <b>150 000</b>                     |                                       | <b>150 000</b>                  | <b>7,1</b>        | <b>2</b>               |
|            | <b>Wasseraufbereitung</b>                               |                                    | <b>200 000</b>                     |                                       | <b>200 000</b>                  |                   | <b>3</b>               |
|            | <b>Maler/Fliesen</b>                                    |                                    | <b>200 000</b>                     |                                       | <b>200 000</b>                  |                   | <b>1,2,3</b>           |
|            | <b>Estrich/Fußboden</b>                                 |                                    | <b>100 000</b>                     |                                       | <b>100 000</b>                  |                   | <b>2,3</b>             |
|            | <b>Beckenerneuerung</b>                                 |                                    | <b>450 000</b>                     |                                       | <b>450 000</b>                  |                   | <b>3</b>               |
|            | <b>Rekonstruktion Umkleide</b>                          |                                    | <b>60 000</b>                      |                                       | <b>60 000</b>                   |                   | <b>2</b>               |
|            | <b>Ausstattung Umkleide</b>                             |                                    | <b>50 000</b>                      |                                       | <b>50 000</b>                   |                   | <b>2</b>               |
|            | <b>Erneuerung Elektrik</b>                              |                                    | <b>80 000</b>                      |                                       | <b>80 000</b>                   |                   | <b>2</b>               |
|            | <b>Rekonstruktion Sauna</b>                             |                                    | <b>60 000</b>                      |                                       | <b>60 000</b>                   |                   | <b>2</b>               |
|            | <b>Verbindung Sauna/Halle</b>                           |                                    | <b>90 000</b>                      |                                       | <b>90 000</b>                   |                   | <b>2</b>               |
|            | <b>Rekonstruktion Aufenthaltsraum</b>                   |                                    | <b>40 000</b>                      |                                       | <b>40 000</b>                   |                   | <b>2</b>               |
|            | <b>Gesamtplanung/Bauleitung</b>                         |                                    | <b>240 000</b>                     |                                       | <b>240 000</b>                  |                   | <b>1,2,3</b>           |
|            | <b>Untersuchung/Auswertung</b>                          |                                    | <b>60 000</b>                      |                                       | <b>60 000</b>                   |                   | <b>1,2,3</b>           |

\*) im Vergleich zur Öl-Heizung (San Öl) bei saniertem Gebäude

**Abb. 4.1** Maßnahmenübersicht

Durch die gewählten Sanierungsvarianten können folgende Effekte erreicht werden:

|                                |                              | Ist - Zustand | nach Sanierung |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|----------------|
| <b>Energie</b>                 | <b>Wärme</b> [MWh/a]         | 1 000         | 300            |
|                                | <b>Elektro</b> [MWh/a]       | 156           | 200            |
|                                | <b>Wasser</b> [m³/a]         | 4 000         | 4 000          |
|                                | <b>Abwasser</b> [m³/a]       | 3 750         | 3 750          |
| <b>Kosten</b>                  | <b>Wärme</b> [DM/a]          | 80 000        | 15 500         |
|                                | <b>Elektro</b> [DM/a]        | 31 700        | 40 600         |
|                                | <b>Wasser</b> [DM/a]         | 14 000        | 14 000         |
|                                | <b>Abwasser</b> [DM/a]       | 10 000        | 10 000         |
| <b>Emissionen<br/>(global)</b> | <b>CO<sub>2</sub></b> [t/a]  | 487           | 257            |
|                                | <b>SO<sub>2</sub></b> [kg/a] | 516           | 299            |
|                                | <b>Staub</b> [kg/a]          | 29            | 58             |
|                                | <b>NO<sub>x</sub></b> [kg/a] | 418           | 330            |

Abb. 4.2 Maßnahmen und Effekte

#### 4.2 Übersichten zu Realisierungsetappen

Etappe 1: Realisierung: 2002

| Maßnahmekurzbeschreibung |     |   | Kosten<br>[DM]   |
|--------------------------|-----|---|------------------|
| 1                        | T1  | - Dämmung der Außenwand mit einem Wärmedämmverbundsystem mit <b>10cm</b> Dicke (Wärmeleitfähigkeitsgruppe: 040)<br>- Dämmung des Daches mit einer zusätzlichen Dämmschicht von <b>14 cm</b> Polystyrol-Hartschaum (WLG 040)<br>- Austausch aller Fenster durch neue Fenster mit Wärmeschutzverglasung ( $k=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ )   | 581 000          |
| 2                        | LE1 | - Ausbau der alten Hallen-Be- und -Entlüfter<br>- Einbau eines Kompaktgerätes mit 2 Kreuzstromwärmetauschern und nachgeschalteter Wärmepumpe zur Wärmerückgewinnung aus der Fortluft und zur Luftentfeuchtung der Halle (incl. Duschräume)<br>- Trennung zwischen Dusche/WC und Umkleidebereich<br>- Zuluft einleitung hauptsächlich über das vorhandene Kanalsystem der Halle<br>- Neuinstallation von Abluftkanälen zur WRG | 240 000          |
| 3                        | L1  | - Einbau eines 3-fach Plattenwärmetauscher am Standort des bisherigen Zulufters (für Umkleide u.a. Räume)<br>- Zuluft einleitung teils über die vorhandenen Leitungen, teils Neuinstallation<br>- Neuinstallation von Abluftkanälen zur WRG   | 95 000           |
| 4                        |     | - Herstellung hygienischer Verhältnisse in Dusche/WC in Zusammenhang mit der Trennung Dusche/Umkleideräume  | 60 000           |
| 5                        |     | - Planung/Bauleitung  | 80 000           |
| 6                        |     | - Untersuchung und Aufbereitung der Lösungen zur Nachnutzung in anderen Schwimmhallen gleichen Typs   | 20 000           |
| <b>Summe:</b>            |     |   | <b>1 076 000</b> |

Abb. 4.3 Sanierungsetappe 1

**Etappe 2: Realisierung: 2003**

| Maßnahmekurzbeschreibung |     |  | Kosten<br>[DM] |
|--------------------------|-----|--|----------------|
| 1                        | WR4 | - Wärmetauscher (ohne WP) zur Vorwärmung des Warmwassers<br>- Installation eines Vorwärmerspeichers<br>- Einbau eines Zwischenspeichers für Abwasser (Duschen)   | 35 000         |
| 2                        | E1  | - Einbau eines Steuergerätes für das Energiemanagement steuerbarer elektrischer Großverbraucher  | 4 000          |
| 3                        | E2  | - Einbau einer Anlage zur Kompensation des Blindleistungsanteils elektrischer Geräte   | 10 000         |
| 4                        | E3  | - Erneuerung der Beleuchtung mit Einbau einer tageslichtabhängigen Steuerung (Halle)   | 90 000         |
| 5                        |     | - Energieträgerumstellung auf Holz-Hackschnitzel mit Einbau eines Kessels (150 kW) mit Brennstoffzuführung und Lagerbunker<br>- Installation eines Spitzenlast-Öl-Kessel (285 kW)<br>- Anbindung an die Heizungsverteilung | 150 000        |
| 6                        |     | - Rekonstruktion der Umkleideräume incl. Zwischendecke bzw. Verkleidungen  | 60 000         |
| 7                        |     | - Neuausstattung Umkleideräume   | 50 000         |
| 8                        |     | - DIN-gerechte Erneuerung der Elektroinstallation  | 80 000         |
| 9                        |     | - Rekonstruktion der Sauna-Räume   | 60 000         |
| 10                       |     | - Schaffung einer Verbindung Sauna/Halle   | 90 000         |
| 11                       |     | - Rekonstruktion des Aufenthaltsraumes, so daß dieser auch zur Öffentlichkeitsarbeit nutzbar ist<br>- Herstellung eines Zugangs zum Hallenbereich  | 40 000         |
| 12                       |     | - Herstellung hygienischer Verhältnisse in Dusche/WC/ Umkleideräume, Sauna (Maler, Fliesen, Estrich)   | 120 000        |
| 13                       |     | - Planung/Bauleitung   | 80 000         |
| 14                       |     | - Untersuchung und Aufbereitung der Lösungen zur Nachnutzung in anderen Schwimmhallen gleichen Typs  | 20 000         |
| Summe:                   |     |  | 889 000        |

**Abb. 4.4** Sanierungsetappe 2

**Etappe 3: Realisierung: 2004**

| <b>Maßnahmekurzbeschreibung</b> |       |  | <b>Kosten<br/>[DM]</b> |
|---------------------------------|-------|--|------------------------|
| 1                               | (WA1) | - Bau eines Auffangbeckens bzw. Zwischenspeichers zur Aufbereitung des Abwassers der Filtrerrückspülung und des Beckenabwassers zur Ableitung in Regenwasserkanal<br>- Herstellen der notwendigen Anschlüsse | 20 000                 |
| 2                               |       | - Herstellung einer DIN-gemäßen Wasseraufbereitungsanlage für das Beckenwasser (Flockung, Filterung, Chlorung)   | 200 000                |
| 3                               |       | - Erneuerung des Schwimmbeckens (Edelstahlauskleidung)<br>- Schaffung einer umlaufenden Überlaufrinne<br>- Herstellung einer DIN-gerechten Beckenwasserdurchströmung   | 450 000                |
| 4                               |       | - Anbindung des Beckenumganges (Maler/Fliesen/Estrich)   | 120 000                |
| 5                               |       | - Planung/Bauleitung   | 80 000                 |
| 6                               |       | - Untersuchung zu den Effekten der energetischen Sanierung der Etappen 1 und 2 zur Anwendung in Schwimmhallen gleichen Typs  | 20 000                 |
| <b>Summe:</b>                   |       |  | <b>890 000</b>         |

**Abb. 4.5** Sanierungsetappe 3

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| <b>Gesamtinvestition:</b> | <b>2 855 000</b> |
|---------------------------|------------------|

**Etappe 3: Realisierung: 2004**

| <b>Maßnahmekurzbeschreibung</b> |       |  | <b>Kosten<br/>[DM]</b> |
|---------------------------------|-------|--|------------------------|
| 1                               | (WA1) | - Bau eines Auffangbeckens bzw. Zwischenspeichers zur Aufbereitung des Abwassers der Filtrerrückspülung und des Beckenabwassers zur Ableitung in Regenwasserkanal<br>- Herstellen der notwendigen Anschlüsse | 20 000                 |
| 2                               |       | - Herstellung einer DIN-gemäßen Wasseraufbereitungsanlage für das Beckenwasser (Flockung, Filterung, Chlorung)   | 200 000                |
| 3                               |       | - Erneuerung des Schwimmbeckens (Edelstahlauskleidung)<br>- Schaffung einer umlaufenden Überlaufrinne<br>- Herstellung einer DIN-gerechten Beckenwasserdurchströmung   | 450 000                |
| 4                               |       | - Anbindung des Beckenumganges (Maler/Fliesen/Estrich)   | 120 000                |
| 5                               |       | - Planung/Bauleitung   | 80 000                 |
| 6                               |       | - Untersuchung zu den Effekten der energetischen Sanierung der Etappen 1 und 2 zur Anwendung in Schwimmhallen gleichen Typs  | 20 000                 |
| <b>Summe:</b>                   |       |  | <b>890 000</b>         |

**Abb. 4.5** Sanierungsetappe 3

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| <b>Gesamtinvestition:</b> | <b>2 855 000</b> |
|---------------------------|------------------|

## 5 Betriebswirtschaftliches Konzept / Konzept für Öffentlichkeitsarbeit

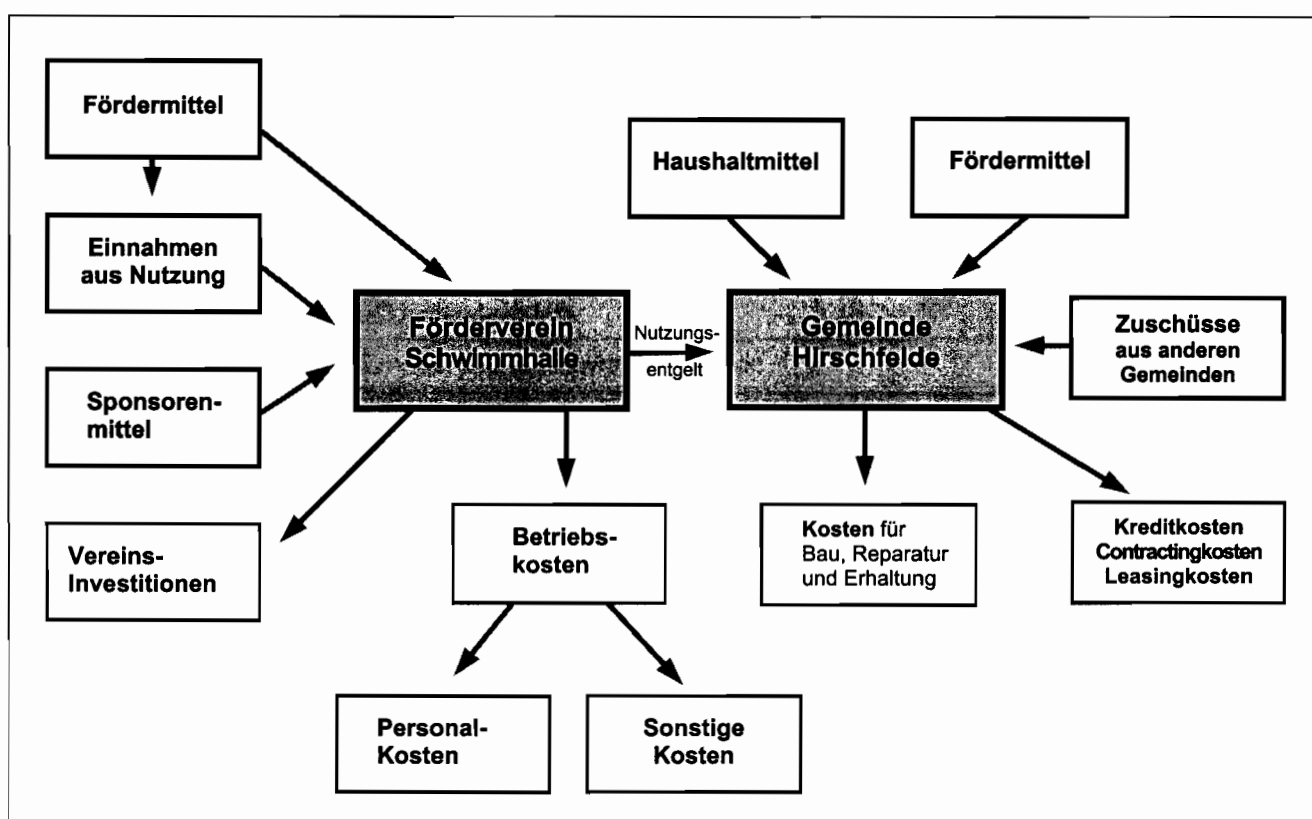
### 5.1 Betriebswirtschaftliches Konzept

#### 5.1.1 Gesamtkonzept

Es wird vorgeschlagen, dem betriebswirtschaftlichen Konzept die im **Pkt. 2.1** fixierten vertraglichen Beziehungen zu Grunde zu legen.

Bei diesem Konzept übernimmt die Gemeinde die finanzielle und rechtliche Verantwortung für den Ausbau und Erhalt der Immobilien und überträgt dem Förderverein Schwimmhalle e. V. die Nutzung gegen ein vertraglich fixiertes Nutzungsentgelt.

Die sich aus dem Konzept ergebenden finanziellen Zusammenhänge sind in **Abb. 5.1** dargestellt.



**Abb. 5.1** Übersicht zum betriebswirtschaftlichen Gesamtkonzept

### 5.1.2 Kostenelemente und Finanzierungsquellen

(Alle folgenden Werte sind Bruttowerte incl. MwSt.)

- Kosten für ökologisch orientierte Sanierung und Umbau**  
(Detaillierte Übersicht siehe Abb. 4.3 ... 4.5)

|                                 |              |                  |
|---------------------------------|--------------|------------------|
| 1. Etappe                       | im Jahr 2002 | 1 076 TDM        |
| 2. Etappe                       | im Jahr 2003 | 889 TDM          |
| 3. Etappe                       | im Jahr 2004 | 890 TDM          |
| <b>Summe Gesamtinvestition:</b> |              | <b>2 855 TDM</b> |

| Eigenmittel und Eigenleistungen: |      |           |
|----------------------------------|------|-----------|
| Summe                            | 20 % | ≈ 570 TDM |
| Eigenmittel finanziell           | 15 % | ≈ 430 TDM |
| Eigenleistungen                  | 5 %  | ≈ 140 TDM |

| Eigenmittelbereitstellung    |                    |           |
|------------------------------|--------------------|-----------|
| Landkreis *)                 | ≥ 10 % (Ziel 15 %) | ≥ 300 TDM |
| Kredit                       | ≤ 5 % (Ziel 0 %)   | ≤ 150 TDM |
| davon jährliche Kreditkosten |                    | ≈ 15 TDM  |

\*) Integration in Vorhaben Gemeindegebietsreform

- Kosten für laufende Maßnahmen der Werterhaltung, Instandhaltung und Reparaturen**

|   |        |
|---|--------|
| jährliche Kosten<br>(incl. sonstige Kosten, wie Versicherungen) | 25 TDM |
|---|--------|

- Personalkosten (jährliche Kosten)**

|  | Pers. x DM/Monat | TDM/Jahr  |
|--|------------------|-----------|
| Fachkräfte für Schwimmhallenbetrieb (Förderung 50 %)                         | 4 x 3 600,00     | 172,8 TDM |
| Technisch-pädagogische Fachkräfte für Projektarbeit (ABM, Förderquote 100 %) | 3 x 3 600,00     | 129,6 TDM |
| sonstige lohnbezogene Kosten   |                  | 3,6 TDM   |

#### Saldo

|                              |                             |                 |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Lohnkosten                   | 4 x 1 800,00 DM x 12 Monate | 86,4 TDM        |
| sonstige lohnbezogene Kosten |                             | ≈ 3,6 TDM       |
| <b>Summe Personalkosten:</b> |                             | <b>≈ 90 TDM</b> |



- **Bewirtschaftungskosten (jährliche Kosten)**  
(ohne Kosten für Werterhaltung, Instandhaltung, Reparaturen)

|  |               |
|--|---------------|
| Kosten für Elektroenergie              | 40 TDM        |
| Kosten für Wärmeenergieträger          | 15 TDM        |
| Kosten für Trinkwasser                 | 14 TDM        |
| Kosten für Abwasser                    | 10 TDM        |
| sonstige Betriebskosten                |               |
| (Reinigungsmittel, Wasserchemie, ... ) | 9 TDM         |
| sonstige Kosten (Versicherungen, ... ) | 10 TDM        |
| <b>Summe:</b>                          | <b>98 TDM</b> |

- **Nutzungsentgelt an Gemeinde**

|  |                 |
|--|-----------------|
| nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen | jährlich 30 TDM |
|--|-----------------|

- **Sachkosten für Projektarbeit des Trägers gemäß Pkt. 2.2.2**

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Gesamtkosten              | jährlich 100 TDM |
| davon aus Förderprojekten | 80 TDM           |

#### Saldo

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| Finanzierung aus Einnahmen | 20 TDM |
|----------------------------|--------|

- **Investitionskosten des Trägers für Projektarbeit gemäß Pkt. 2.2.2**

|   |                |   |
|---|----------------|---|
| Kleinbus + periphere Einrichtungen  | 105 TDM        | Siehe Vorschlag<br>Förderprojekt Pkt. 5.2 |
| Sportgeräte   | 20 TDM         |   |
| Büroausstattung einschl. technischer<br>Einrichtungen für Öffentlichkeitsarbeit | 40 TDM         |   |
| Fahrräder   | 5 TDM          |   |
| <b>Summe:</b>   | <b>170 TDM</b> |   |

#### davon Finanzierung

|                      |         |
|----------------------|---------|
| aus Förderprojekten  | 136 TDM |
| aus Sponsorenmitteln | 34 TDM  |

### • Einnahmen aus Nutzungen

Nach Abschluss der Sanierungen wird im Ergebnis der gezielten Öffentlichkeitsarbeit und der Projektarbeiten des Trägers eine Steigerung der Nutzungen und der Einnahmen aus Nutzungen auf > 125 % angestrebt: Einnahmen aus Nutzung > 250 TDM jährlich (incl. Mehreinnahmen durch moderate Anpassung der Eintrittspreise und Einnahmen aus Untervermietung für gastronomische Versorgung)

### • Einnahmen von Sponsoren

|  |          |
|--|----------|
| für Start-Investition des Trägers zur Realisierung der Projektarbeit im Jahre 2002 (Eigenanteil Förderprojekt) | 34 TDM   |
| danach jährlich  | > 25 TDM |

### 5.1.3 Kostenübersicht Trägerverein

(nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen)

|               | Kostenelement                       | Jahreskosten<br>(Bruttowerte incl.<br>MwSt.) |
|---------------|-------------------------------------|--|
| Ausgaben      | Personalkosten                      | 306,0 TDM                                    |
|               | Bewirtschaftungskosten              | 98,0 TDM                                     |
|               | Nutzungsentgelt an Gemeinde         | 30,0 TDM                                     |
|               | Sachkosten für Projektarbeit        | 100,0 TDM                                    |
| <b>Summe:</b> |                                     | <b>534,0 TDM</b>                             |
| Einnahmen     | Lohnkostenzuschuss (50 %)           | 86,4 TDM                                     |
|               | Lohnkostenzuschuss ABM (100 %)      | 129,6 TDM                                    |
|               | Einnahmen aus Nutzung               | 250,0 TDM                                    |
|               | Sponsorenmittel                     | 25,0 TDM                                     |
|               | Sachkostenzuschuss f. Projektarbeit | 80,0 TDM                                     |
| <b>Summe:</b> |                                     | <b>571,0 TDM</b>                             |
| <b>Saldo:</b> |                                     | <b>+ 37,0 TDM</b>                            |

Verwendung des Saldos für Neuausstattungen bzw. Ersatzinvestitionen bzw. zum Ausgleich bei reduzierten Zuschüssen und / oder Sponsormitteln

Die Start-Investition für die Sicherung der Projektarbeit in Höhe von 170 TDM soll folgendermaßen finanziert werden:

|  |         |
|--|---------|
| Zuschuß Förderprogramm INTERREG<br>(oder Deutsche Bundesstiftung Umwelt) (80 % ) | 136 TDM |
| Sponsorenmittel  | 34 TDM  |

Nach einer Einlaufphase ist damit zu rechnen, dass die Einnahmen gesteigert werden können auf > 300 TDM jährlich. Diese Mittel sollten für Personalkosten zur Sicherung eines hochqualifizierten Stammpersonals eingesetzt werden (Reduzierung der Lohnkostenzuschüsse).

#### 5.1.4 Kostenübersicht Gemeinde Hirschfelde

Jährliche Kosten nach Abschluss der Sanierung in TDM (Bruttowerte incl. MwSt.)

|                  | Kostenelement   | Jahreskosten  |
|------------------|---|---------------|
| <b>Ausgaben</b>  | Kosten für laufende Maßnahmen der Werterhaltung, Instandhaltung u. Reparaturen, Versicherungen, ... | 25 TDM        |
|                  | Kreditkosten  | 15 TDM        |
| <b>Summe:</b>    |   | <b>40 TDM</b> |
| <b>Einnahmen</b> | Nutzungsgebühr des Trägers  | 30 TDM        |
|                  | Haushaltsmittel der Gemeinde und Zuschüsse anderer Gemeinden  | 10 TDM        |
| <b>Summe:</b>    |   | <b>40 TDM</b> |

#### 5.2 Finanzierung und Förderung

(Alle angegebenen Werte sind Bruttowerte incl. MwSt.)

##### 5.2.1 Investitionskosten Gemeinde Hirschfelde

|   |        |           |
|---|--------|-----------|
| Investitionssumme gemäß Übersicht <b>Abb. 4.3 ... 4.5</b> |        | 2.855 TDM |
| davon   | 2002   | 1.076 TDM |
| davon   | 2003/4 | 1.779 TDM |

#### Vorschlag für Finanzierung:

##### Nutzung des Programms „Förderung des Sports“

Im Zusammenhang mit der überregionalen Bedeutung des Projektes und den vorgesehenen innovativen Lösungen liegt das Projekt im Interesse des Landes Sachsen. Es wird deshalb eine Förderquote von 80 % beantragt.

##### Sicherung des Eigenanteils:

- 5 %      Eigenleistungen durch Mitarbeiter der Gemeindeverwaltung und angrenzender Gemeinden sowie freiwillige Helfer, insbesondere aus der Sportbewegung und Arbeiten im Rahmen der Projektarbeit des Trägers
- 10 ... 15 %      Sponsormittel und sonstige Finanzierungsquellen (insbesondere Einbindung in Gemeindegebietsreform/Abwasserzweckverband)
- ... 5 %      Kreditaufnahme durch Gemeinde Hirschfelde

Nach Klärung der prinzipiellen Fördermöglichkeiten im Rahmen des Programmes „Förderung des Sports“ mit dem Regierungspräsidium Dresden bzw. dem Sächsischen Staatministerium für Kultus sollten Teilprojekte zur Förderung bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und für das Förderprogramm INTERREG eingereicht werden.

### 5.2.2 Investitionskosten des Trägervereins

Investitionssumme gemäß Übersicht in **Pkt. 5.1.2** 170 TDM

Nutzung des Förderprogrammes INTERREG mit 80 % Förderquote.  
(z.B. Einordnung in Umweltprogramm "saubere Neiße")

Sicherung des Eigenanteils von 34 TDM durch Sponsorenmittel

Es wurde ein Förderprojektantrag entworfen.

### 5.2.3 Lohnkosten des Trägers

Kosten siehe **Pkt. 5.1.2**

- Fachkräfte für Schwimmhallenbetrieb**

Nutzung von Programmen zur Arbeitsmarktförderung,  
insbesondere Lohnkostenzuschuss ( $\geq 50\%$ ) für ältere und schwer vermittelbare Arbeitnehmer.  
Nach Einlaufphase schrittweiser Übergang zur Vollfinanzierung aus Einnahmen.

- Technisch-pädagogische Fachkräfte**

Beschäftigung im Rahmen von ABM-Projekten mit jährlich wechselnden Arbeitnehmern  
(ca. 100 % LKZ) oder im Rahmen von arbeitsplatzbezogenen Qualifizierungsmaßnahmen.  
Ein Vorschlag zur Aufgabenstellung für ein ABM-Projekt wurde erarbeitet.

### 5.2.4 Sachkosten für Projektarbeit

Die hauptsächlich von den technisch-pädagogischen Fachkräften des ABM-Projektes ausgeführte Projektarbeit zielt im Wesentlichen auf die Organisation von Veranstaltungen, Reisen, Weiterbildungsmaßnahmen, in welchen der Besuch der Schwimmhalle durch die Teilnehmer einbezogen ist.

Die Finanzierung der Sachkosten von jährlich 100 TDM soll aus Förderprojekten erfolgen, welche im Zusammenwirken mit Kooperationspartnern bearbeitet werden. Der Eigenanteil soll aus Einnahmen (insbesondere Teilnehmergebühr an der Projektarbeit) gedeckt werden.

Für den Start wird die Nutzung des Förderprogrammes INTERREG vorgeschlagen mit folgenden Werten:

| Bruttowerte incl. MwSt. für  | im Jahr 2002<br>[TDM] | im Jahr 2003<br>[TDM] |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Sachkosten für Projektarbeit | 100                   | 100                   |
| davon Zuschuss               | 80                    | 80                    |
| davon Eigenmittel            | 20                    | 20                    |

### 5.3      **Maßnahmevorschläge zur Öffentlichkeitsarbeit**

Schwerpunktorientierung für die Organisation einer wirksamen Öffentlichkeitsarbeit ist die **Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der vorgeschlagenen Projektarbeit des Trägers**, da mit dieser Arbeit mögliche Nutzer der Schwimmhalle direkt erreicht und informiert werden.

Dabei sollten die Kooperationspartner, insbesondere

- Sportvereine und -organisationen
- Seniorenvereine
- Reiseunternehmen
- Schulämter und Schulen
- Jugendverbände und -organisationen
- Bildungsvereine der Jugend- und Umweltschutzarbeit

ständig aktuell über die Angebote und die in Vorbereitung befindlichen Veranstaltungen informiert werden. Dazu ist es erforderlich, im Rahmen der Projektarbeit folgende Präsentationen bereitzustellen:

- (1) Informationsblätter, die z. B. halbjährlich aktualisiert werden
- (2) Internet-Präsentationen  
mit zusätzlichen Informationen zu den Projekten, zu anderen Reisezielen der Region usw.
- (3) veranstaltungsbezogene Informationen  
(z. B. zur Vorbereitung von Sportfesten, ...)

Hierzu sollten vor allem die regionalen Informations-Medien (auch Fernseh-Ortskanäle) genutzt werden.

Als weitere wirksame Methode werden Vereinbarungen mit den Kooperationspartnern zur Veröffentlichung in deren Informationsmaterialien vorgeschlagen.

Weiterhin werden regelmäßige Informationen in den Mitteilungsblättern der Landkreise Löbau/Bautzen und der Stadt Görlitz vorgeschlagen.

## 6 Zusammenfassung

Für die Schwimmhalle wurde ein **verändertes Nutzungskonzept** erarbeitet. Nach der Sanierung der Schwimmhalle und Wirksamkeit des neuen Nutzungskonzeptes sollen die Nutzung und die Einnahmen aus der Nutzung leicht gesteigert bzw. gehalten werden (ca. 41.000 Nutzungen/Jahr).

Merkmal der veränderten Nutzungskonzeption ist die gezielte Einbeziehung der Nutzung in **grenzüberschreitende Projekte** der Jugendarbeit, des Sports, der Umwelterziehung, der Gesundheitspolitik, des betreuten Tourismus und der internationalen Zusammenarbeit im Dreiländereck Deutschland, Tschechische Republik, Polen. Für die Organisation der Projektarbeit wurde ein Förderprojekt im Rahmen des Programmes INTERREG III A vorbereitet.

Im Rahmen der Projektarbeit werden die innovativen Elemente der Schwimmhallensanierung als Demonstrationsprojekt für die Umweltschulbildung und die Öffentlichkeitsarbeit zur Energieeinsparung genutzt.

Für die umweltgerechte und energiesparende Sanierung und Rekonstruktion der Schwimmhalle wurden verschiedene innovative Lösungen untersucht, berechnet und bewertet sowie eine Analyse von Lösungen in anderen Schwimmhallen gleichen Typs vorgenommen. Im Ergebnis wurde eine **Modernisierungskonzeption** erarbeitet, welche wesentliche Einsparungen an Energie und Betriebskosten sowie Reduzierung der aus dem Energieverbrauch resultierenden Emissionen realisiert.

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

|                                |                              | Ist - Zustand | nach Sanierung |
|--------------------------------|------------------------------|---------------|----------------|
| <b>Energie</b>                 | <b>Wärme</b> [MWh/a]         | 1 000         | 300            |
|                                | <b>Elektro</b> [MWh/a]       | 156           | 200            |
|                                | <b>Wasser</b> [m³/a]         | 4 000         | 4 000          |
|                                | <b>Abwasser</b> [m³/a]       | 3 750         | 3 750          |
| <b>Kosten</b>                  | <b>Wärme</b> [DM/a]          | 80 000        | 15 500         |
|                                | <b>Elektro</b> [DM/a]        | 31 700        | 40 600         |
|                                | <b>Wasser</b> [DM/a]         | 14 000        | 14 000         |
|                                | <b>Abwasser</b> [DM/a]       | 10 000        | 10 000         |
| <b>Emissionen<br/>(global)</b> | <b>CO<sub>2</sub></b> [t/a]  | 487           | 257            |
|                                | <b>SO<sub>2</sub></b> [kg/a] | 516           | 299            |
|                                | <b>Staub</b> [kg/a]          | 29            | 58             |
|                                | <b>NO<sub>x</sub></b> [kg/a] | 418           | 330            |

Abb. 6.1 Ergebnisse der Maßnahmen

Zusätzliche positive wirtschaftliche Effekte entstehen in der Region durch das erweiterte und veränderte Nutzungskonzept (gezielter Tourismus). Für die Realisierung der vorgeschlagenen **Investitionen in Höhe von 2.855 TDM** wurde ein Förderprojektantrag (Programm Förderung des Sports) vorbereitet.

Im Mittelpunkt der vorgeschlagenen Lösungen stehen folgende innovativen Elemente:

- Wärmeenergieversorgung mittels automatischer Holzhackschnitzelheizung
- Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung auf Basis Wärmetauscher und Wärmepumpe
- Wärmerückgewinnung aus Abwasser
- für die Elektroenergieversorgung wird in einem Folgeprojekt der Einsatz von Brennstoffzellen bzw. Stirling-Motoren untersucht.
- neues Nutzungskonzept unter Einbeziehung von ökologisch orientierten Transportmitteln

Die genannten Lösungen sollen in den einzelnen Phasen erprobt, bewertet und für eine Nachnutzung in anderen Hallen gleichen Typs aktiv aufbereitet werden.

## 7 Maßnahmen und Entscheidungsvorschläge

1. Für die weitere Investitionsvorbereitung zur Sanierung und zur erweiterten Nutzung der Schwimmhalle ist der Etappenplanvorschlag lt. **Pkt. 4** zu Grunde zu legen.
2. Behandlung der Machbarkeitsstudie im Gemeinderat der Gemeinde Hirschfelde und Entscheidung zu den Vorschlägen.  
Vorher juristische Prüfung durch den für die Gemeinde arbeitenden Rechtsanwalt.  
Festlegung eines Maßnahmeplanes zur Umsetzung
3. Abstimmungen mit den zuständigen staatlichen Stellen und Kooperationspartnern, Vorabstimmungen mit potenziellen Mitgliedern des vorgeschlagenen Beirates.

Insbesondere Abstimmung mit

- Landratsamt Löbau/Zittau
- Regierungspräsidium Dresden, Referat 26
- Sächsisches Staatsministerium für Kultus
- Stadtverwaltung Ostritz
- Regionalschulamt
- Kommunalverband Euroregion Neiße e. V.
- IBZ Kloster St. Marienthal
- Gemeinden der Verwaltungsgemeinschaft Hirschfelde und andere Stadtverwaltungen und Gemeindeverwaltungen der Region
- Kreissparkasse Löbau/Zittau
- Oberlausitzer Tourismusverbände

### 4. Einreichung von Förderprojektanträgen

#### a) Investitionsprojekt

Projektträger: Gemeinde Hirschfelde  
Förderprogramm: Förderung des Sports  
Termin: 30.09.2001

Achtung: Nach Vorentscheidung zur Förderung gegebenenfalls Ergänzende Anträge bei DBU bzw. für INTERREG.

#### b) Investitions- und Sachkosten für Projektarbeit des Trägervereins

Projektträger: Förderverein Schwimmhalle  
Förderprogramm: INTERREG III A  
Termin: 02/02

#### c) Projektarbeit

Projektträger: Förderverein Schwimmhalle  
Förderprogramm: ABM  
Termin: 02/02

#### d) Ergänzendes Projekt zur Elektroenergieversorgung

Projektträger: Firmenverbund, Koordinierung durch IBEU Dresden e. V.  
Förderprogramm: Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Termin: 02/02  
Entwurf Förderprojekt: siehe **Anlage 7.1**

#### e) Konstituierende Beratung des Beirates lt. Pkt. 2.1

Termin: Februar 2002

## 8 Literaturverzeichnis

- [AbwS- L] Abwassersatzung (AbwS) des Abwasserverbandes "Niederland"/über die öffentliche Abwasserbeseitigung vom 10.05.2000
- [AbwS-NL-1.Ä] 1. Änderung der Abwassersatzung
- [ASUE-GWP] ASUE; Energie- und Kostenoptimierung durch Gaswärmepumpen Chancen im Bäderbereich / Fachtagung 28. November 2000, Essen
- [DIN4108] DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau
- [DIN4701] DIN 4701 Regeln für die Berechnung der Heizlast von Gebäuden
- [DVGW-W551] DVGW-Arbeitsblatt: "Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums in Neuanlagen"
- [EEG00] Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom 29.03.2000 (BGBl. I S. 305)
- [EnEV] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV) Entwurf
- [HeizAnIV98] Verordnung über energiesparende Anforderungen an heizungstechnischen Anlagen und Warmwasseranlagen (Heizungsanlagen-Verordnung - HeizAnIV) vom 22. März 1994 in der Neufassung der Bekanntmachung vom 04. Mai 1998 (BGBl. I S. 851)
- [Saunus] Saunus; Planung von Schwimmbädern; 1998
- [Schramek] Recknagel/Sprenger/Hönemann; Herausgeber: Schramek; Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik; 1992
- [VDI2067] Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen
- [VDI2089] Wärme, Raumluftechnik, Wasserver- und -entsorgung in Hallen- und Freibädern - Hallenbäder -
- [WSVO] Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung - WärmeschutzV) vom 16. August 1994 (BGBl. I S. 2121)



## Erfassungsbogen Energie

Betriebsdaten-Vergleich nach dem überörtlichen Betriebsvergleich (ÜÖBV) der Deutschen Gesellschaft für das Badewesen e.V., Schwimmhalle Hirschfelde, und Schwimmhalle .....

|                       | Einheit             | ÜÖBV    | Hirschfelde<br>(unsaniert) | .....<br>(unsaniert) | .....<br>(saniert) |
|-----------------------|---------------------|---------|----------------------------|----------------------|--------------------|
| Jahr                  |                     | 1995    | 2000                       |                      |                    |
| Wasserfläche          | [m <sup>2</sup> ]   | bis 250 | 237                        |                      |                    |
| Energieträger         | --                  | --      | Öl                         |                      |                    |
| Besucherzahlen        | Personen/a          | 45.664  | 41.000                     |                      |                    |
| Wärmeverbrauch        | [kWh/a]             | 766.536 | 1.000.000                  |                      |                    |
| Stromverbrauch        | [kWh/a]             | 180.264 | 156.000                    |                      |                    |
| Energieverbrauch ges. | [kWh/a]             | 946.800 | 1.156.000                  |                      |                    |
| Wasser                | [m <sup>3</sup> /a] | 7.614   | 4.000                      |                      |                    |

Folgende Sanierungs- / Modernisierungsmaßnahmen wurden ggf. realisiert:

|  | Schwimmhalle Hirschfelde |        | Schwimmhalle .....    |            |
|--|--------------------------|--------|-----------------------|------------|
| Sanierungsmaßnahmen                          | Jahr der Realisierung    | Kosten | Jahr der Realisierung | Kosten ca. |
| <b>Außenwanddämmung</b>                      | ?                        |        |                       |            |
| Dämmung Dach                                 | ?                        |        |                       |            |
| Neue Fenster                                 | ?                        |        |                       |            |
| Kellerdecke, Fußboden                        | ?                        |        |                       |            |
| Völlige Beckenerneuerung                     | ?                        |        |                       |            |
| Beckensanierung                              | ?                        |        |                       |            |
| Sanitärbereich                               | ?                        |        |                       |            |
| Wasseraufbereitung                           | ?                        |        |                       |            |
| Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung (WRG) | ?                        |        |                       |            |
| Lüftungsanlage mit WRG                       | ?                        |        |                       |            |
| WRG aus Beckenwasser                         | ?                        |        |                       |            |
| WRG aus Duschwasser                          | ?                        |        |                       |            |
| weitere Becken                               | ?                        |        |                       |            |
| sonstige Attraktionen                        | ?                        |        |                       |            |
| Außenanlagen                                 | ?                        |        |                       |            |

Sonstige Hinweise:

## Aufstellung Elektroenergieverbraucher

| Nr. | Gerät                 | Belastung<br>[kW] | In | Tag<br>[h/d] | Nacht<br>[h/d] | Nutzung<br>[d/a] | HT<br>[kWh/a] | NT<br>[kWh/a] | Gesamt<br>[kWh/a] |
|-----|-----------------------|-------------------|----|--------------|----------------|------------------|---------------|---------------|-------------------|
| 1   | Zulüfter Umkleider.   | 2,2               |    | 6            | 1              | 320              | 3520          | 704           | 4224              |
| 2   | Ablüfter 10           | 0,6               |    | 6            | 1              | 320              | 960           | 192           | 1152              |
| 3   | Zulüfter Halle        | 3,3               |    | 16           | 8              | 360              | 9728          | 4864          | 14592             |
| 4   | Ablüfter 3            | 0,6               |    | 8            | 0              | 300              | 900           | 0             | 900               |
| 5   | Ablüfter 4            | 0,6               |    | 8            | 0              | 300              | 900           | 0             | 900               |
| 6   | Ablüfter 5            | 0,6               |    | 0            | 0              | 300              | 0             | 0             | 0                 |
| 7   | R Heizung 1           | 4,5               |    | 8            | 6              | 300              | 8100          | 5400          | 13500             |
| 8   | Heizungsbrenner       | 2,6               |    | 4            | 2              | 300              | 3120          | 1560          | 4680              |
| 9   | Abwasserpumpe 2       | 0,75              |    | 1            | 1              | 320              | 240           | 240           | 480               |
| 10  | Umwälzpumpe 2         | 7,5               |    | 16           | 8              | 320              | 38400         | 19200         | 57600             |
| 11  | Filterspülung         | 7,5               |    | 1            | 0              | 80               | 600           | 0             | 600               |
| 12  | Filterspülung         | 4                 |    | 1            | 0              | 80               | 320           | 0             | 320               |
| 13  | Saunaofen             | 15                |    | 3            | 0              | 240              | 7200          | 0             | 7200              |
| 14  | 4 x HQL 80            | 0,32              |    | 2            | 8              | 360              | 230,4         | 921,6         | 1152              |
| 15  | Abwasserpumpe 3       | 0,75              |    | 1            | 0              | 300              | 225           | 0             | 225               |
| 16  | Kondensatpumpe 1      | 2,2               |    | 4            | 1              | 300              | 2640          | 660           | 3300              |
| 17  | Beleuchtung           | 14                |    | 4            | 1              | 320              | 13440         | 4480          | 17920             |
| 18  | Mischpumpe 3          | 1,4               |    | 12           | 6              | 300              | 5040          | 2520          | 7560              |
| 19  | Mischpumpe 4          | 1,4               |    | 12           | 6              | 300              | 5040          | 2520          | 7560              |
| 20  | Warmwasserpumpe 6     | 0,75              |    | 1            | 0              | 300              | 225           | 0             | 225               |
| 21  | Umwälzpum. Sauna      | 0,5               |    | 16           | 8              | 320              | 2560          | 1280          | 3840              |
| 22  | Zirkulationsp. Sauna  | 0,3               |    | 16           | 8              | 320              | 1536          | 768           | 2304              |
| 23  | Zirkulationsp. Dusche | 0,7               |    | 16           | 8              | 320              | 3584          | 1792          | 5376              |
|     |                       |                   |    |              |                |                  |               |               |                   |
|     | Summe:                |                   |    |              |                |                  | 108508        | 47102         | 155610            |

## Entwurf

### Aufgabenstellung

**Projekt zur kostensparenden Elektro-Energieversorgung**  
der Schwimmhalle Hirschfelde auf Basis innovativer Energietechnologien

**Projektträger:** Firmenverbund innovativer Firmen

**Förderung:** Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
Eigenleistung (30 % der Kosten) durch Projektträger

**Das Projekt wird in 3 Phasen realisiert:**

- (1) Konzept-Phase
- (2) Realisierungs-Phase
- (3) Erprobungs- und Bewertungs-Phase

#### Phase 1

- Technisch-ökonomisches Konzept für eigene kostensparende Elektroenergieversorgung auf Basis innovativer, umweltentlastender Technologien
  - (A) Stirling-Motor
  - (B) Brennstoffzelle
- Variantenvergleich und Pflichtenheft für die Realisierung der optimalen Variante
- Klärung des Finanzierungsaufwandes und der Finanzierung für die Phase (2) und (3) (auch Untersuchung von Contracting- und Leasing-Varianten)

#### Phase 2

- Realisierung (gegebenenfalls als Prototyp)

#### Phase 3

- Erprobung
- Bewertung der Erprobungsergebnisse, Vorschläge zur Optimierung der Lösungen
- Vorschläge zur Nachnutzung der Ergebnisse und Überführung in Serienproduktion

**Kosten** (Nettowerte ohne MwSt.)

|               |                |
|---------------|----------------|
| Phase 1       | ca. 20 TDM     |
| Phase 2       | ca. 200 TDM    |
| Phase 3       | ca. 20 TDM     |
| <b>Summe:</b> | <b>240 TDM</b> |

(wird präzisiert im Ergebnis von Phase 1)