

## **BESCHLUSSÜBERSICHT**

**Betreff:**

"Strategie zur Einsparung von Energie und Wasser"  
0982/2006

## **ÖFFENTLICHE BESCHLUSSVORLAGE**

**Amt/Eigenbetrieb:**

Gebäudewirtschaft Hagen

**Beteiligt:**

**Betreff:**

"Strategie zur Einsparung von Energie und Wasser"

**Beratungsfolge:**

21.03.2007 Betriebsausschuss GWH

**Beschlussfassung:**

**Beschlussvorschlag:**

Die GWH wird ermächtigt:

a)

Schulen zu einer dreijährigen strategischen Partnerschaft aufzurufen und ihnen jährlich 50% der eingesparten Energie- und Wasserkosten, die nachweislich auf geändertes Nutzerverhalten zurückzuführen sind, aus dem Budget für Energie und Wasserkosten zu erstatten.

b)

5% des Budgets zur Instandhaltung energetischer Anlagen (das sind im Jahr 2007 100.000 € von 2.000.000 €) für Maßnahmen entsprechend dem unter 3.2 beschriebenen Katalog zur Einsparung von Strom, Wasser oder Wärme zu verwenden. Dabei ist die Priorität entsprechend den Objekten mit den jeweils schlechtesten Kennwerten zu bilden, die sich aus dem –zunächst nicht amtlichen- Energieausweis ergibt. Fördermöglichkeiten sind in Anspruch zu nehmen. Über die geplanten Maßnahmen und die erzielten Ergebnisse ist zu

gegebener Zeit zu berichten.

c)

Die unter a) und b) genannten Maßnahmen sind nicht gleichzeitig durchzuführen, da eine klare Zuordnung etwaiger Einsparererfolge nicht sicher möglich ist.

## **KURZFASSUNG**

**Teil 2 Seite 1**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Datum:**

16.11.2006

„Strategie zur Einsparung von Energie und Wasser“

**Inhalt**

1. Ziel dieser Vorlage
2. Ausgangssituation
  - 2.1 Darstellung des bisher erreichten von 1982 bis 1995 im Verhältnis zu den Investitionen und der eingesetzten Technologie
  - 2.2 Darstellung des bisher erreichten von 1996 bis 2005 im Verhältnis zu den Investitionen und der eingesetzten Technologie
3. Möglichkeiten zu weiteren Einsparungen
  - 3.1 Sensibilisierung der Nutzer
  - 3.2 Einsatz neuer Technologien
    - 3.2.1 Wasser
    - 3.2.2 Strom
      - a) Beleuchtung
      - b) Spitzenlastmanagement
      - c) Private elektrische Betriebsmittel
      - d) Photovoltaik
      - e) Digitale Erfassung des Stromverbrauches
      - f) Einsatz drehzahlregelbarer Pumpen
    - 3.2.3 Wärme
      - a) Solare Warmwasserbereitung
      - b) Solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung
      - c) Geothermie
      - d) Holzhackschnitzel- und Holzpelletsheizungen
      - e) BHKW
      - f) Brennstoffzelle
      - g) Digitalisierung der MSR-Technik in Heizungs- und Lüftungsanlagen
      - h) Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen
      - i) Ersatz von Heizkesseln durch Brennwertkessel
      - j) Sanierung der Gebäudehüllen
      - k) Zugangskontrollsystem
4. Energieausweis nach EnEV und zu erwartende Konsequenzen
5. Fördermöglichkeiten
6. Resümee

## **1. Ziel dieser Vorlage**

Diese Vorlage dient dazu, über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Energiebewirtschaftung für Liegenschaften der Stadt Hagen zu informieren. Gleichzeitig sollen Möglichkeiten aufgezeigt werden, weitere Potentiale zu erschließen. Diese Möglichkeiten sollen neben technischen Standards und der Nutzung von alternativen Energien dazu führen, dass Verhalten der Nutzer als Verursacher positiv zu beeinflussen. Letzteres wird nur durch Sensibilisierung und durch Anreize möglich sein. Hieraus wie aus den gesetzlichen Vorgaben und etwaigen Fördermöglichkeiten wird versucht, eine Strategie zu entwickeln, die zu Einsparungen von Energiekosten führen wird.

## **2. Ausgangssituation**

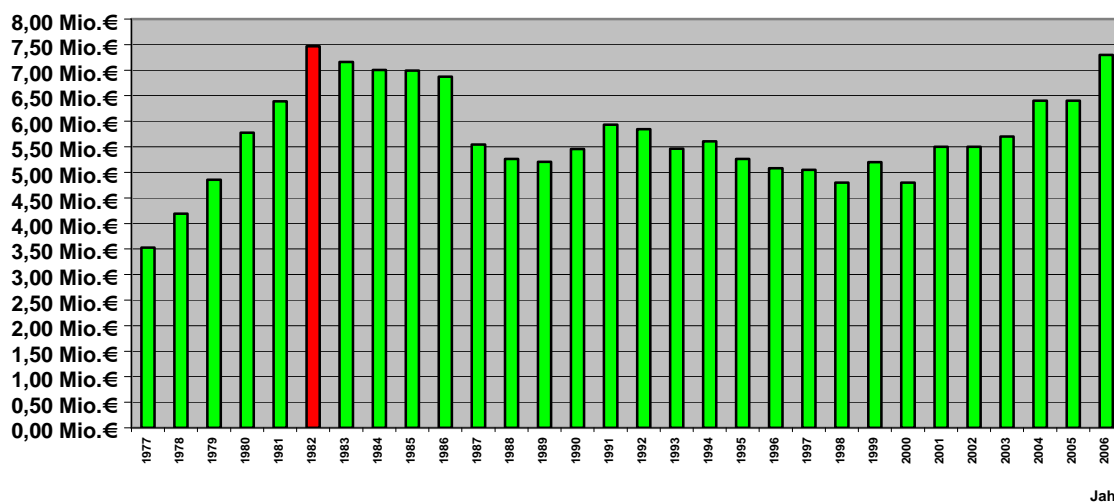
### **2.1 Darstellung des bisher Erreichten von 1982 bis 1995 im Verhältnis zu den Investitionen und der eingesetzten Technologie**

Seit 1977 stiegen die Ausgaben für Energie und Wasser bis zum Jahr 1982 von 6,9 Mio. DM (3,52 Mio. €) auf 14,6 Mio. DM (7,46 Mio. €) um 112 % an (Bild 1). **Damit erreichte der Kostenverlauf im Jahr 1982 einen „historischen“ Höchststand, der selbst 24 Jahre später noch nicht wieder erreicht worden ist**, obwohl der Heizenergiepreis heute fast doppelt so hoch ist wie damals und der Wasserpreis sich nahezu verdreifacht hat und die Flächen sich um ca. 11 % (48.000 m<sup>2</sup>) erhöht haben.

Anhand der nachstehenden Graphik soll dargestellt werden, dass sich die Gesamtenergie- und Wasserkosten trotz vehement gestiegener Preise und einer Zunahme der bewirtschafteten Fläche nicht erhöht haben.

Gesamtenergie- und Wasserkosten der städt. Gebäude 1977 bis 2006

Ausgaben



**Bild 1**

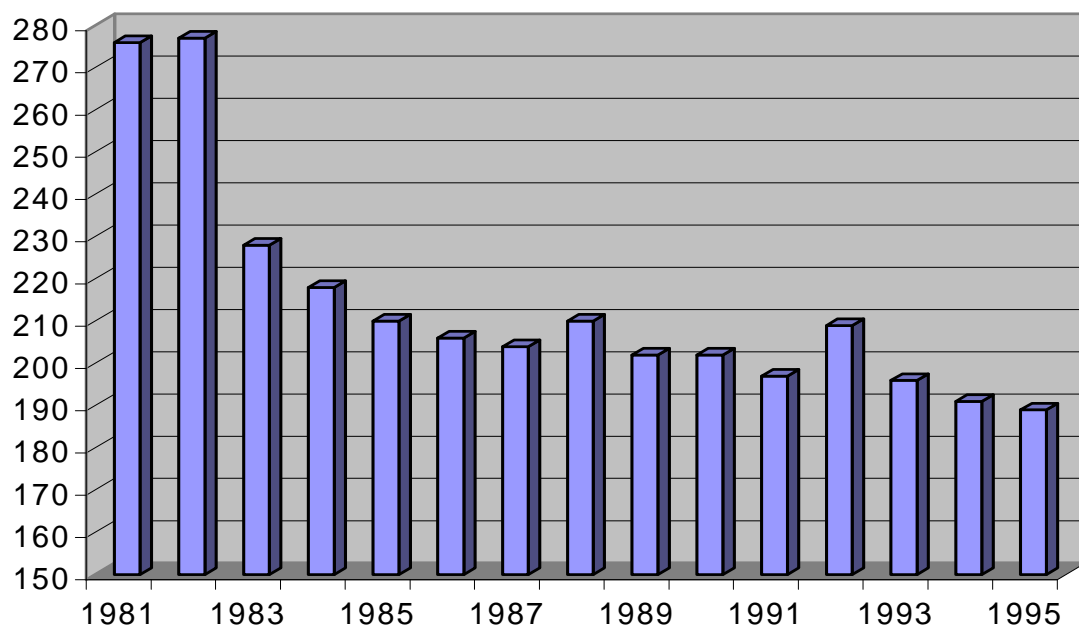
Quelle : Energiebericht 1991 bis 1995 und Jahresabschluß GWH Energie

Mit Beginn des Jahres 1983 wurde dem Verbrauch erstmalig durch Gründung einer eigenen Organisationseinheit erfolgreich Einhalt geboten.

Die Einsparung im Bereich Heizenergie (witterungsneutral und flächenbereinigt) lag bis 1995 bei ca. 31 % bezogen auf den Ausgangswert der Jahre 1981 und 1982. Der Wasserverbrauch der städt. Gebäude sank im gleichen Zeitraum von 335.000 m<sup>3</sup>/Jahr auf 210.000 m<sup>3</sup>/Jahr (37 %). Auch der Stromverbrauch konnte von ca. 16 Mio. kWh/Jahr auf 13,2 Mio. kWh/Jahr (17,5 %) reduziert werden.

**spezifischer Wärmeverbrauch der städt. Gebäude  
zwischen 1981 und 1995**

kWh/m<sup>2</sup>



**Bild 2**

Quelle : Energiebericht GWH 1991 bis 1995

In dem Zeitraum von 1983 bis 1995 wurden insgesamt ca. 1,6 Mio. € in energie- und wassersparende Maßnahmen investiert.

Im wesentlichen wurden folgende investive und organisatorische Maßnahmen durchgeführt:

- Einführung einer monatlichen EDV-gestützten Energie- und Wasserverbrauchskontrolle aller städtischen Gebäude.
- Einsatz der ersten Regelloptimierprozessoren.
- Einsatz von Kesselfolgeschaltungen und hydraulische Absperrung von Heizkesseln bei Mehrkesselanlagen entsprechend der tatsächlichen Heizlastanforderung des Gebäudes.
- Abschaltung von Umwälzpumpen und Ventilatoren entsprechend der tatsächlichen Nutzung des Gebäudes entweder über die Regelung oder über Zeitschaltuhren bei kleineren Anlagen.
- Einbau von Brennwertkesseln.
- Schulung von Hausmeistern und Information der Nutzer städtischen Einrichtungen über Möglichkeiten zur Einsparung von Energie.
- Flächendeckender Einbau von Thermostatventilen in den städt. Gebäuden.
- Einbau von Sparbrausen mit Zeitautomatik.
- Helligkeitsbegrenzungssteuerungen.

Stellt man die investierte Summe in Relation zur Einsparung, so ergibt sich gerade in dieser Betrachtungsphase von 1981 bis 1995 eine extrem gutes Kosten- / Nutzenverhältnis. Allerdings ist auch nicht zu übersehen, daß die Einsparresultate gegen Ende des Betrachtungszeitraums immer geringer wurden. Der Verlauf der Graphik verdeutlicht diesen Sachverhalt (Bild 2).

Aus dem Verlauf der Verbrauchskennwerte wird allerdings auch deutlich, daß den Möglichkeiten einer konventionellen Energiebewirtschaftung Grenzen gesetzt sind. Gegen Ende der 90 er Jahre stagnierten die Einsparungsergebnisse und selbst bei einer optimistischen Betrachtungsweise konnten nur noch geringe jährliche Einsparergebnisse prognostiziert werden.

Diese Verhältnisse entsprechen vom Grundsatz her dem sogenannten Pareto-Effekt, nach dem 20 % Aufwand 80 % Ergebnis bringen, die restlichen 20 % des Ergebnisses brauchen aber 80 % des gesamten Aufwandes. Hierauf wird unter 2.2 und mit Bild 5 näher eingegangen.

Auf den Bereich Energiebewirtschaftung übertragen bedeutet dies, dass weitergehende Einsparungen nur mit einem wesentlich höheren Investitionsvolumen zu erreichen sind.

Neben der Energieeinsparung und damit der Kostenreduzierung rückte auch die Reduzierung der Schadstoffemissionen immer mehr in den Vordergrund. Hier haben vor allem die Substitution von Heizöl und Koks und die Einsparungen von Heizenergie zu einer drastischen Verringerung der CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub> Emissionen geführt. So reduzierten sich die CO<sub>2</sub> - Emissionen von ca. 108kg/m<sup>2</sup> (1982) auf 72/kg/m<sup>2</sup> (1995) um über 33 %.

Während Anfang der 80-er Jahre noch etwa 2/3 des Heizenergiebedarfes durch Kohle und Heizöl gedeckt wurden, lag der Anteil Mitte der 90 er Jahre nur noch bei ca. 12 %.



**CO<sub>2</sub> - Reduzierung durch Einsparungen im  
Heizenergiesektor und durch Substitution von  
Heizöl und Kohle 1982 bis 1995**

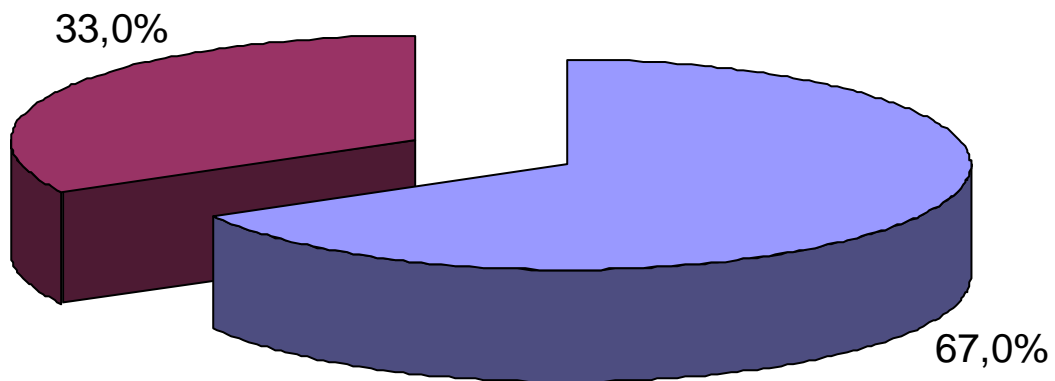


Bild 3

Quelle : Energiebericht 2005

## **2.2 Darstellung des bisher Erreichten von 1999 bis 2005 im Verhältnis zu den Investitionen und der eingesetzten Technologie**

Innerhalb des Zeitraums von 1999 bis 2002 wurden im Rahmen des Einsparcontracting insgesamt 4,5 Mio. € investiert. Dies entspricht in einem Zeitraum von nur 4 Jahren etwa der 3-fachen Investitionssumme des Zeitraums 1983 bis 1995 bei annähernd gleichen Resultaten. Der Effekt der Investitionen läßt sich in der nachstehenden Graphik ablesen.

**Einsparresultate Heizenergie 1998 bis 2005**

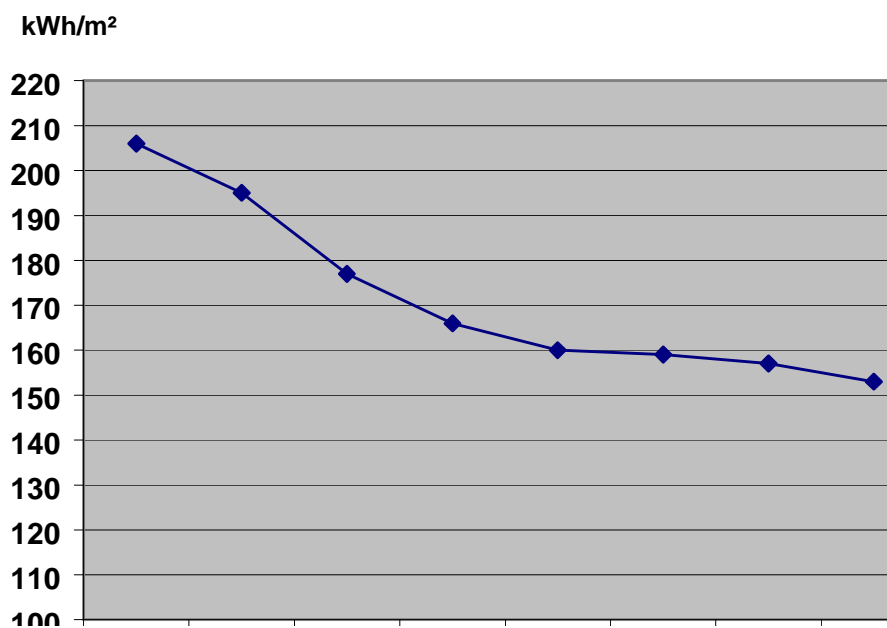


Bild 4 Einsparresultate Heizenergie

## **BEGRÜNDUNG**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Teil 3 Seite 8**

**Datum:**

16.11.2006

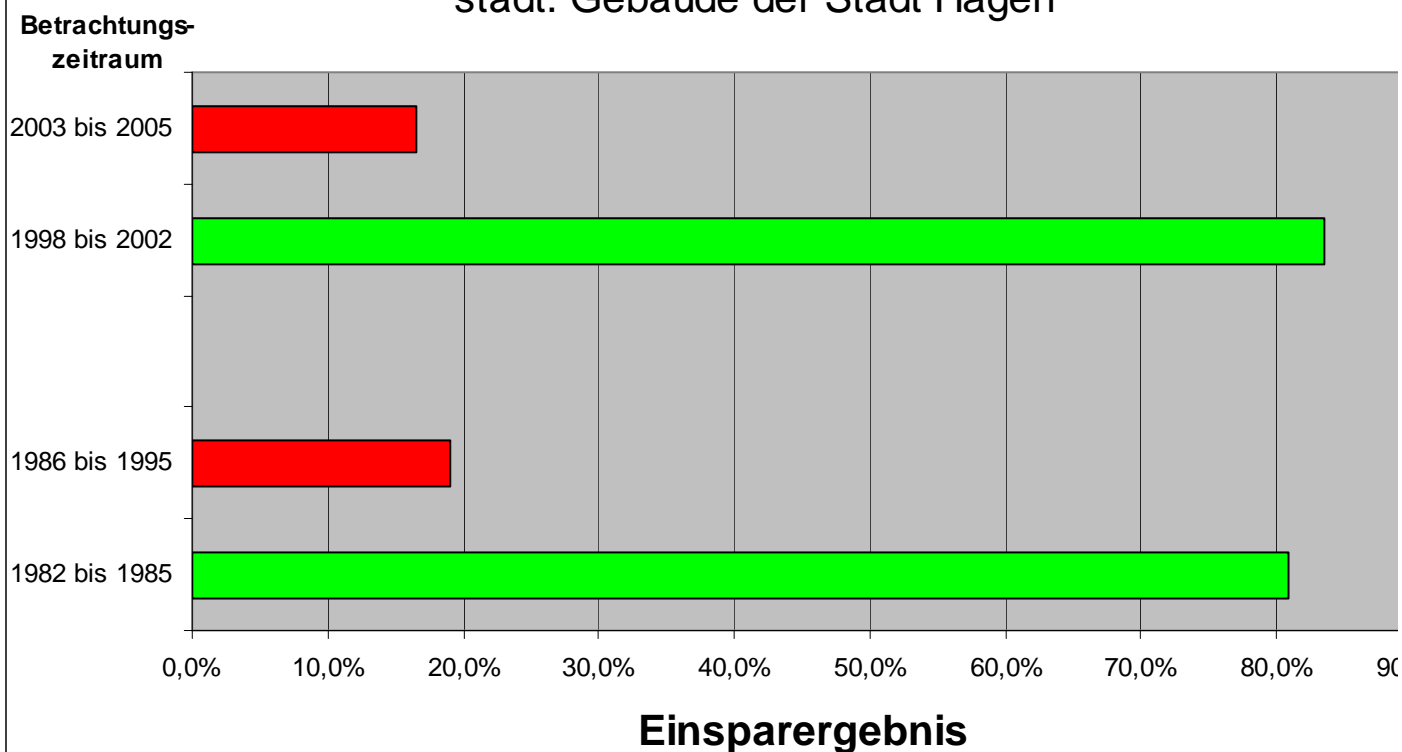
Unter Zugrundelegung des derzeitigen Energiepreises von ca. 0,048 €/kWh und den entsprechenden Energiebezugsflächen der Jahre 1998 bis 2005 ergibt sich eine Gesamtkostenersparnis von 5,5 Mio. € bis zum Jahr 2005. Bezogen auf den Invest von 4,5 Mio. € lag die Kapitalrückflußdauer somit bei knapp 6 Jahren.

Auch hier läßt sich, analog zum ersten Betrachtungszeitraum, der gleiche Effekt beobachten. Innerhalb der ersten 4 Jahre sank der Verbrauch durch die Investitionen und das Controlling und Monitoring um 22,3 %. In den folgenden 3 Jahren konnte der Verbrauch nur noch um weitere 4,4 % reduziert werden. Anhand der nachstehenden Graphik sind beide Betrachtungszeiträume gegenübergestellt.

Somit sind auch in dem 2. Betrachtungszeitraum ( 1998 bis 2005 ) innerhalb der ersten 3 Jahre nahezu 80 % der Einsparergebnisse erzielt worden. Während diese Resultate im wesentlichen auf die hohe Investition zurückzuführen sind, kann man während der 1. Betrachtungsphase aufgrund des deutlich geringeren Investitionsvolumens die administrativen und organisatorischen Maßnahmen als Vorrangig für den Verbrauchsrückgang bewerten.

Der Pareto-Effekt ( 80 / 20 ) läßt sich anhand der nachstehenden Graphik der Einsparergebnisse im Heizenergiebereich verdeutlichen.

### Das Pareto-Prinzip (80 / 20) anhand der Einsparergebnisse der städt. Gebäude der Stadt Hagen



Quelle : Energiebericht 1991 – 1995 und Energiebericht 2005

**Bild 5**

In den Jahren 1999 bis 2002 wurden wie, bereits erwähnt, insgesamt 4,5 Mio. € investiert. Hierbei wurden moderne Technologien eingesetzt und der Einsatz von alternativer Energie geprüft.

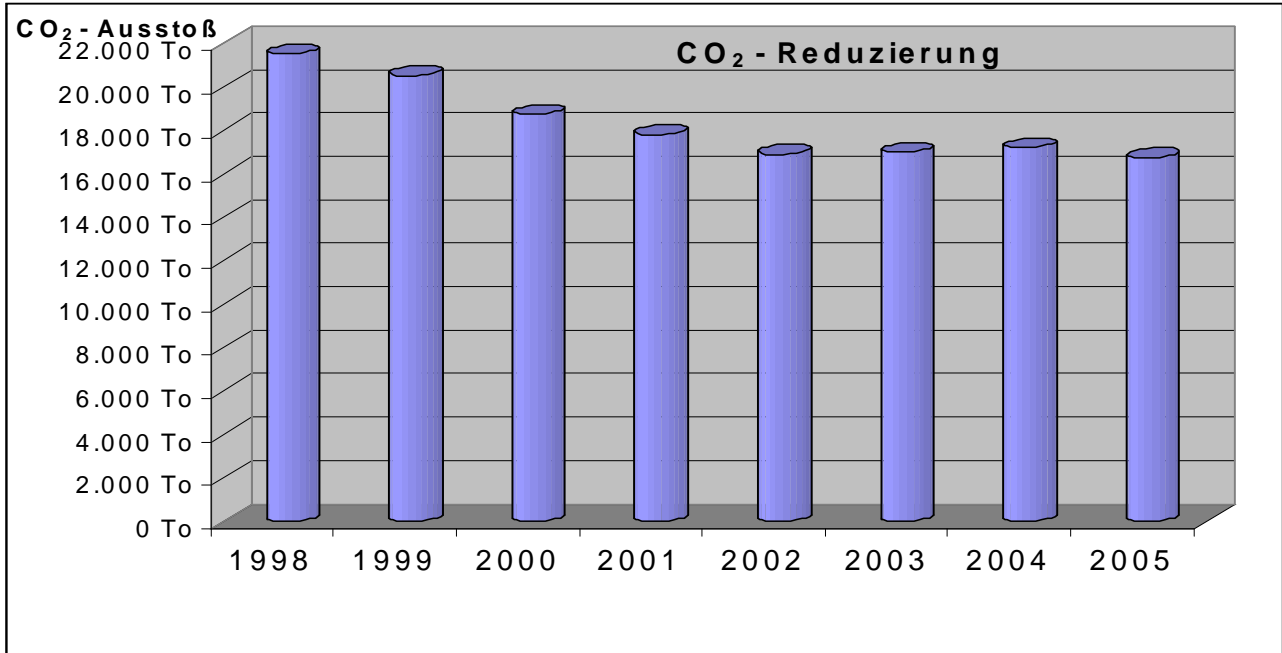
Ein wesentlicher Schwerpunkt der Investitionen war der Austausch von veralteten Wärmeerzeugern. So wurden in dem vorgenannten Zeitraum insgesamt 105 Heizkessel mit einer Leistungsspanne von 20 bis 700 kW erneuert. Vorwiegend wurde moderne und umweltschonende Brennwerttechnik eingesetzt. Bei Mehrkesselanlagen wurde durch eine spezielle hydraulische Schaltung sichergestellt, daß der Brennwertkessel als Führungswärmeerzeuger eine optimale Auslastung hat.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Erneuerung der Meß-, Steuer- und Regeltechnik. Insgesamt wurden 121 Objekte mit digitaler Regelung ausgerüstet. Damit ist die Regelung und Aufschaltung via Computer gemeint. In den Sportstätten wurden zur Reduzierung des Energie- und Wasserverbrauchs durchgängig das Prinzip der Bedarfsorientierung angewendet:

- CO<sub>2</sub> – Fühler ermitteln die Luftqualität und steuern in Abhängigkeit davon den Außenluftanteil der Lüftungsanlage;
- Automatische Nutzungszeit nur bis 13:00 Uhr (Schulsport);
- Präsenztaster für die Nutzung außerhalb des Schulsports für die Freigabe der stat. Heizung, der Lüftung und der Brauchwasserbereitung. Die Laufzeit der Anlage nach Betätigung des Präsenztasters beträgt 2 h. Danach schaltet die Anlage wieder ab bzw. in den Absenkbetrieb, wenn nicht der Präsenztaster erneut betätigt wird.
- Die Freigabe der Funktionen erfolgt zeitverzögert. Erst wenn der in der Sporthalle installierte Bewegungsmelder innerhalb einer Zeitspanne von 15 min Aktivitäten in der Halle registriert, erfolgt die Freigabe. Ansonsten bleibt die Anlage aus bzw. im Absenkbetrieb.

In dem Zeitraum 1999 bis 2002 wurden 84 Anlagen auf den Leitrechner aufgeschaltet. Diese 84 Anlagen versorgen insgesamt 168 Gebäude. Zur Zeit werden von der GWH durch die Gebäudeleittechnik 98 Anlagen mit einem Anteil von über 80 % am Gesamtheizenergieverbrauch überwacht. Bei der GWH sind z.Zt. 3 Gebäudeleitrechner von unterschiedlichen Herstellern im Einsatz.

Neben den Investitionen wurden auch organisatorische und administrative Maßnahmen zur Einsparung von Energie durchgeführt. Hier ist im wesentlichen das Controlling und Monitoring zu nennen, das mit Einsatz moderner Technologie ermöglicht, Anlagen energetisch per Datenfernübertragung permanent zu überwachen und zu optimieren. Flankierend wurden die Nutzer und Betreiber der städt. Gebäude durch Informationen und Schulungen zum sparsamen Umgang mit Energie und Wasser in Ihrem Gebäude motiviert. Analog zur Verbrauchsreduzierung konnten auch die Schadstoffemissionen reduziert werden. So wurde im Jahr 2005 22 % weniger CO<sub>2</sub> emittiert als im Jahr 1998. Der Ausstoß von SO<sub>2</sub> sank im gleichen Zeitraum um 17 % (s. Bild 6).



Quelle Energie Bericht 2005

Bild 6

## **BEGRÜNDUNG**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Teil 3 Seite 12**

**Datum:**

16.11.2006

Wie bereits dargestellt, kann die Stadt Hagen auf die Erfahrungswerte von 2 Zeiträumen zurückblicken, die zwar beide das gleiche Ziel hatten, nämlich Energie zu sparen, allerdings völlig unterschiedliche Ansätze hatten. Während im ersten Zeitraum von 1982 bis 1995 die Investitionen flankierend zu den organisatorischen- und administrativen Maßnahmen durchgeführt wurden, standen im Zeitraum 1999 bis 2005 der investive Part, also die Erneuerung von Heizkesseln und MSR-Technik, eindeutig im Vordergrund. Auch wenn der genaue Anteil der Investitionen am Verbrauchsrückgang sicherlich nicht genau zu quantifizieren ist, so kann man doch davon ausgehen, daß aufgrund der Art der Investitionen ( flächendeckender Einbau von Thermostatventilen, Erneuerung der Regelungstechnik) im Zeitraum 1982 bis 1995 ca. 10% des Verbrauchsrückgangs auf die Investitionen zurückzuführen sind. Der Rest muß den organisatorischen- und administrativen Maßnahmen ( Einführung einer monatlichen Verbrauchsüberwachung, Schulung von Nutzern und Betreibern, Einregulierung der technischen Anlagen) zugeordnet werden.

Dies war im Zeitraum 1999 bis 2005 gänzlich anders. So sah das Gutachten von Landis & Staefa eine Einsparmarge von 15 % bei einer Investitionssumme von 4,5 Mio. € als realistisch an. Somit kann auch hier grob verifiziert werden, daß ca. 15% bis 20% der Einsparungen auf rein investive Maßnahmen zurückzuführen sind und ca. ca. 6% bis 10% den investitionssichernden Maßnahmen ( Controlling und Monitoring , Betreiber- und Nutzerinformation sowie Schulung) zugeordnet werden können.

Hieraus lassen sich nunmehr, wenn auch mit gebotener Vorsicht, Rückschlüsse auf zukünftige Investitionen ableiten. Die mit den Investitionen einhergehenden Einspareffekte bei der Heizenergie werden zukünftig geringer ausfallen, da ein großer Teil dieses Einsparvolumens bereits abgeschöpft ist. Hieraus kann abgeleitet werden, daß bei gleichen Einsparmargen höhere Investitionssummen mit noch energieeffizienteren Maßnahmen erforderlich sein werden, als dies in der Vergangenheit nötig war.

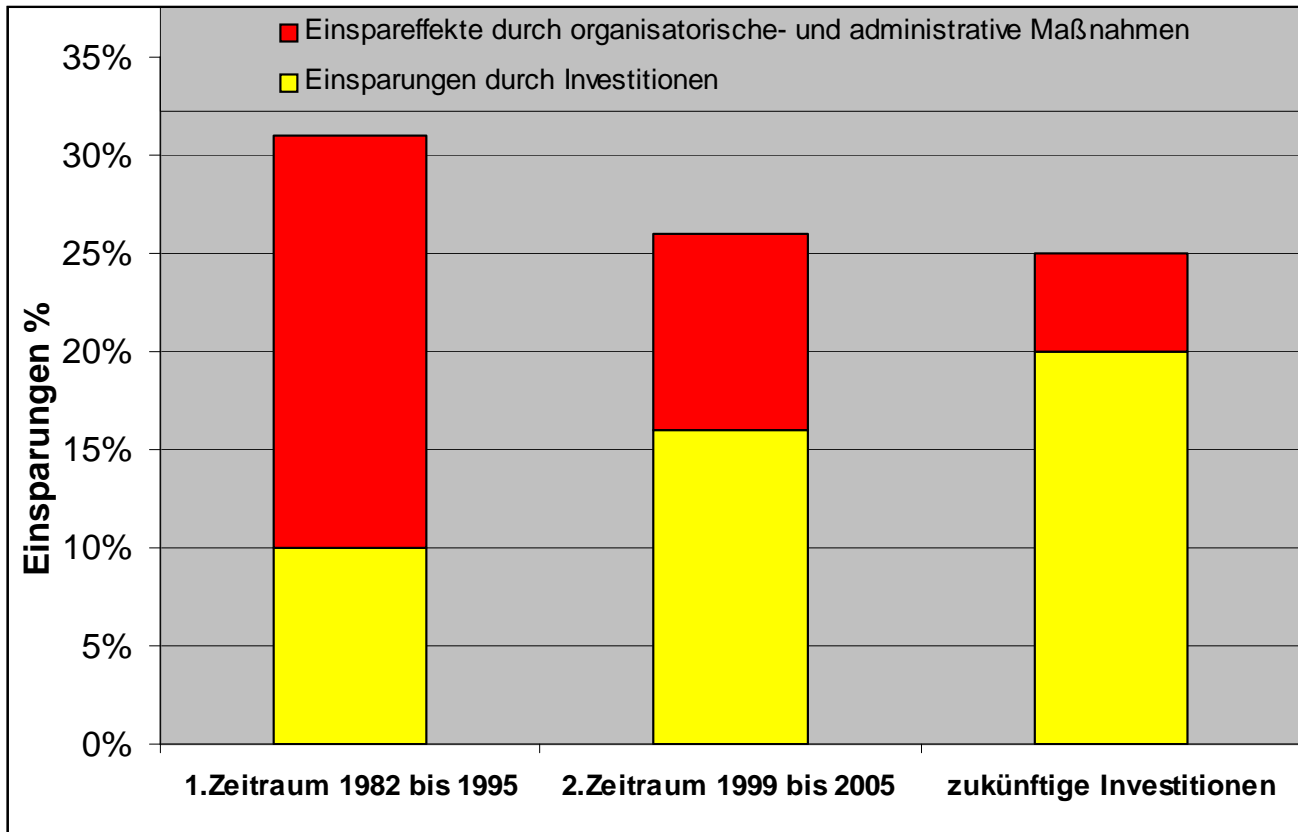


Bild 7 Einspareffekte bei Heizenergie



### **3. Möglichkeiten zu weiteren Einsparungen**

#### **3.1. Sensibilisierung der Nutzer**

Ein nicht quantifizierbares Einsparpotential ist im Verhalten der Verursacher zu suchen. Sie gilt es daher, für den von Ihnen verursachten Verbrauch und die damit einhergehenden Kosten zu sensibilisieren. Eine vielversprechende Möglichkeit hierzu ist die Schaffung eines Anreizsystemes, um den Verursacher direkt an den Kosten oder an den Einsparungen zu beteiligen.

Dies könnte mit den Nutzern über eine Energiesparpartnerschaft geschehen. Dabei wird mit den Nutzern vereinbart, dass Sie 50 % der eingesparten Energiekosten erstattet bekommen, die nachweislich auf Änderung des Nutzerverhaltens zurückzuführen sind. Basis ist das letzte – im Bereich Wärme witterungsbereinigte - Dreijahresmittel .

Um den Nutzern vorab die Kosten und Verbräuche vor Augen zu führen, hat die GWH für einen wesentlichen Teil der Objekte –nichtamtliche - Energieausweise ausgestellt. Sie sind im Internet und im Intranet hinterlegt und werden nach Abstimmung mit den Hausherrenämtern sukzessive an passender Stelle im Objekt ausgehängt. Daraus sind die spezifischen Verbräuche (Kilowattstunden pro Quadratmeter (historisch überlieferte beheizte Fläche)) der letzten drei Jahre sowie die Kosten eines Jahres erkennbar. Darüber hinaus erfolgt eine Zuordnung in Güteklassen, die einen objektiven Vergleichsmaßstab bieten und aus dem sich etwaiger Handlungsbedarf herleiten lässt.

Speziell für den Bereich „Wärmekosten“ hat die GWH vier Miefampeln gekauft. Diese Geräte sollen in Abstimmung mit dem Amt für Schulverwaltung und Hochschulwesen und den Schulleitungen in verschiedenen Schulklassen aufgestellt werden, um Lehrkörper und Schülerschaft für ein angemessenes Lüftungsverhalten zu sensibilisieren. Bisher ist häufig zu beobachten, dass die Fenster von Klassenräumen dauerhaft auf Kippstellung stehen, was zu einem vermeidbaren Heizenergieverlust führt. Andererseits ist eine gute Raumluftqualität in Büros und Klassenräumen ein wichtiger Faktor, um ein effektives Arbeiten und Lernen zu garantieren. Daher ist es wichtig, den Grad der Raumluftqualität zu kennen. Mit Hilfe dieser sog. „Miefampeln“ ist es möglich, den Grad der Raumluftqualität visuell anzuzeigen. Die Miefampel erfasst alle in der Raumluft vorhandenen Gerüche und Gase. Durch LED wird der Grad der Raumluftqualität - von „sehr gut“ bis „mäßig“ – angezeigt. Damit können die Benutzer das optimale Lüftungsverhalten bestimmen. Dies garantiert nicht nur eine konstant gute Raumluftqualität, sondern senkt die Wärmeenergiekosten in zur Zeit nicht quantifizierbaren Umfang.

Ansätze für ein energiesparendes Verhalten der Nutzer könnte sein:  
tropfende Wasserhähne, Duschen oder laufende WC– bzw. Urinalspülungen sofort dem Hausmeister zu melden, Sparfunktionen vorhandener Spartasten an WC-Spülungen zu verwenden, beim Neukauf von Wasch- oder Geschirrspülmaschinen nur wassersparende Modelle der Effizienzklasse A zu wählen, Waschmaschinen oder Geschirrspüler nur mit voller Beladung zu nutzen, Diensträume nur entsprechend den Erfordernissen zu beleuchten, Licht auszuschalten, wenn es nicht mehr benötigt wird, Leuchtstofflampen auszuschalten,

wenn der Raum länger als 5 Minuten verlassen wird, öfter zu Fuss zu gehen, statt mit dem Aufzug zu fahren, keine elektrischen Zusatzheizgeräte zu benutzen, Warmwasserbereiter mit möglichst niedriger Temperatur zu betreiben, nicht benötigte Elektrogeräte abzuschalten, Sonnenschutzeinrichtungen so einzustellen, dass kein künstliches Licht benötigt wird, Thermoskannen zu benutzen, um den Kaffee warm zu halten, statt die Kaffeemaschine zu heizen, Computer in längeren Nutzungspausen ab einer Stunde auszuschalten, Kühlschränke in längeren Nutzungspausen ab einem Tag auszuschalten etc.

### **3.2 Einsatz neuer Technologien**

#### **3.2.1. Wasser**

Auch im Bereich Wasserversorgung gibt es ein zur Zeit noch nicht quantifizierbares Potential an Einsparmöglichkeiten. Um hier zu einer qualifizierten Einschätzung zu gelangen, hat GWH eine Erhebung von Wasserverbrauchseinrichtungen gestartet. Damit wird die Zahl der WC's, Urinale, Duschen, Wasch- und sonstige Einrichtungen sowie deren technische Ausstattung erfasst. Somit wird abgeschätzt werden können, inwieweit Einsparpotentiale durch Umrüsten auf wasserlose Urinale, Nachrüsten von WC-Spülstoptasten, Nachrüsten von Nahrungselektroniken für Urinale, Nachrüsten von Spar- und Selbstschlussarmaturen, Umrüsten von Duschköpfen auf Duschköpfe mit Mengen kleiner 12 Liter pro Minute etc. gehoben werden können.

Über die Ergebnisse der Untersuchung wird nach Vorliegen informiert.

Eine weitere Möglichkeit, die Wasserkosten zu senken, ist die Nutzung von Regenwasser zur Toilettenspülung. Das Stadtteilhaus Vorhalle wurde hier beispielhaft mit einer derartigen Anlage ausgerüstet. Aufgrund der anfänglichen Betriebsstörungen kann noch keine Aussage zur Wirtschaftlichkeit getroffen werden.

Abwassergebühren sind zu vermeiden, wenn aufgrund der Verwendung des Wassers kein Abwasser dem Entwässerungssystem zugeführt wird. Dies ist z. B. auf Friedhöfen der Fall, wo das Wasser zum großen Teil für Gießzwecke verwendet wird. Hier ist die Stadt erfolgreich von den Abwassergebühren befreit worden. Im Jahr 2006 hat GWH hierzu einer Erhebung für Sportplätze durchgeführt. Es stellt sich heraus, dass für ca. 13.000 € pro Jahr Abwassergebühren gespart werden können. Vor Beginn der kommenden Sommersaison werden die Sportplätze mit entsprechenden Wasserzählern ausgestattet werden und die Befreiung von der Abwassergebühr beantragt werden.

Wie in anderen Kommunen auch, wird in Hagen eine Gebühr für die Einleitung von Regenwasser in das Kanalnetz erhoben. Maßstab ist dabei die versiegelte Fläche eines Grundstücks. Diese Gebühr kann verringert oder eingespart werden, wenn es gelingt, das Regenwasser auf dem Grundstück versickern zu lassen. Augenmerk der GWH wird es sein, bei Um- und Neubauten darauf zu achten, ob sich Möglichkeit ergeben, die Versiegelung zurück zu bauen oder auf das notwendige Maß zu begrenzen.

Notwendig ist die digitale Erfassung des Wasserverbrauches, um sowohl Schleichwassermengen, die möglicherweise während der Nichtnutzungszeit eines Gebäudes

entstehen, aber auch Überschreitungen vorzugebender Grenzwerte auf die hiesige Gebäudeleittechnik gemeldet zu bekommen, die auf einen Rohrbruch schließen lassen. Da beide Verlustarten nicht vorhersehbar sind, ist auch eine Quantifizierung des Einspareffektes nicht möglich.

### **3.2.2 Strom**

#### **a) Beleuchtung**

Zur optimierten Nutzung der Beleuchtung in WC-Bereichen werden bei Grundinstandsetzungen und Neuanlagen Bewegungs- oder Präsenzmelder eingebaut, die das Licht nur bei tatsächlicher Anwesenheit von Personen einschalten. Unter diesem Aspekten wurden auch die WC's im Verwaltungshochhaus saniert. Leider läßt sich die dadurch erzielte Einsparung nicht quantifizieren, da dort weitere Maßnahmen erfolgt sind und ein Vergleich mit den Vorjahren nicht möglich ist.

Die Beleuchtung in Fluren und Treppenträumen muss aus Sicherheitsgründen jederzeit in Betrieb gesetzt werden können. Die Steuerung erfolgt zum Teil über Bewegungsmelder oder von zentraler Stelle (Hausmeister) aus. Die in den Fluren installierten Taster können in vielen Gebäuden zentral gesperrt werden, um das Einschalten am Tag, soweit dies erforderlich ist, nur von zentraler Stelle zu ermöglichen, um Unfug zu vermeiden. Derartige Schaltungen werden im Zuge der Instandhaltung und Modernisierung standardmäßig realisiert.

In einigen Sporthallen wurden Lichtoptimierungssysteme eingebaut, die durch Spannungsabsenkung sowie separate Schaltungen für Training und Wettkampf den Energieverbrauch senken. Durch Installation von Präsenzmeldern in Turnhallen wird die Betriebsdauer der Beleuchtung auf die tatsächliche Nutzungsdauer beschränkt. Aufgrund der gleichzeitigen Durchführung von anderen Maßnahmen läßt sich die Einsparung nicht im Einzelnen quantifizieren.

Durch den Austausch der Beleuchtungskörper von zweiflammigen auf einflammige Leuchtstofflampen wurden die größten Einsparungen erzielt. In der Fritz-Steinhoff-Gesamtschule wurden beispielweise ca. 1500 Leuchten zum Preis von insgesamt rund 75.000,- € ausgetauscht. Die Einsparung beträgt jährlich ca. 15.000,00 €, so daß sich eine Kapitalrückflußdauer von 5 Jahren ergibt. Bedauerlicherweise steigt dort der Stromverbrauch dennoch wieder an, was auf die Ausstattung mit Computern zurückzuführen ist. Zur Zeit nimmt GWH den Bestand auf, um über die Stückzahl der noch vorhandenen zweiflammigen Leuchten in städtischen Gebäuden das mögliche Einsparpotential abschätzen zu können.

Über das Ergebnis der Untersuchung wird nach Vorliegen informiert.

#### **b) Spitzenlastmanagement**

Durch die Installation von Lastabwurfschaltungen zur Vermeidung von Spitzenlasten können Energiekosteneinsparungen realisiert werden. Durch die Taktung der Spannungsversorgung wird bei großen elektrischen Lasten der Energieverbrauch einer Anlage in der Spitze begrenzt. Bei der anstehenden Erneuerung der Kucheneinrichtung in der Stadthalle ist dies

planerisch berücksichtigt worden. Hier ist auf Grund der Verbraucher wie Öfen, Kippbratpfanne und sonstige Warmhaltegeräte die hohe Investition gerechtfertigt.

### **c) Photovoltaik**

die Wirtschaftlichkeit von Fotovoltaikanlagen zur Erzeugung von Strom und Einspeisung in das öffentliche Netz wurde anhand von Literaturangaben bereits überprüft. Die Berechnung ist als Anlage 2 beigelegt.

### **d) Digitale Erfassung des Stromverbrauches**

ist erforderlich, um Verbräuche, die möglicherweise während der Nichtnutzungszeit eines Gebäudes entstehen, quantifizieren zu können und sicherzustellen, dass nicht benötigte Verbraucher abgeschaltet werden. Ferner kann abgeschätzt werden, ob ein Spitzenlastmanagement sinnvoll eingesetzt werden kann. Dies kann zur Einsparung von Stromkosten bei Verträgen führen, in denen Stromverbrauchsspitzen besonders teuer sind, weil die übrige Leistung entsprechend preiswert ist.

### **e) Einsatz drehzahlregelbarer Pumpen**

Auf Grund ihrer Vielzahl ist der elektrische Verbrauch von Heizungs- und Brauchwarmwasserpumpen nicht zu unterschätzen. Aus diesem Grund hat der Gesetzgeber in der EnEV bestimmt, dass Umwälzpumpen in Heizkreisläufen von Zentralheizungen mit mehr als 25 kW Nennwärmeleistung und Zirkulationspumpen so auszustatten sind, dass sie die elektrische Leistungsaufnahme dem betriebsbedingten Förderbedarf selbsttätig in mindestens drei Stufen anpassen. Seitdem derartige Pumpen auf dem Markt sind, werden sie von hier – auch schon vor Einführung der EnEV - in aller Regel eingesetzt. Allerdings ist die damit verbundene Stromeinsparung im Vergleich zu den sonstigen Verbrauchsschwankungen beim Strombedarf eines Objektes so gering, dass sie in der Verbrauchsstatistik nicht nachgewiesen werden kann.

## **3.2.3 Wärme**

### **a) Solare Warmwasserbereitung**

In kommunalen Liegenschaften lassen sich Solarkollektoren dort sinnvoll einsetzen, wo ein relativ gleichmäßiger Warmwasserbedarf auch im Sommer besteht. Dies ist aufgrund der Sommerferien in den Schulsportanlagen nicht gegeben, so dass die Wirtschaftlichkeit beeinträchtigt wird.

Außerhalb einer derzeitigen Nutzung ist der Einzelfall zu prüfen.

### **b) Geothermie**

Erdwärme kann in unterschiedlichen Tiefen genutzt werden. Für die oberflächennahen Systeme (etwa bis einige hundert Meter Tiefe) wird die weitgehende Temperaturkonstanz

des Untergrundes genutzt. Am einfachsten ist eine thermische Kopplung mit dem Untergrund möglich, wenn beim Bau eines Gebäudes Gründungspfähle eingesetzt werden. Die Armierungskörbe werden mit einem Rohrregister versehen, durch das ein Wärmeträgermedium (in der Regel Wasser) zirkuliert und dem Untergrund Wärme entzieht. Mit Hilfe einer Wärmepumpe wird diese auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben. In Kombination mit einer Betonkernaktivierung auf einem dafür erforderlichen niedrigen Temperaturniveau lässt sich fünf mal mehr Wärmeenergie gewinnen, als in Form elektrischer Energie eingesetzt werden muss. Diese Systeme können im Sommer gleichzeitig zur Kühlung ohne Kältemaschine genutzt werden: das Wasser in den Gründungspfählen wird direkt zur Kühlung des Gebäudes verwendet.

Die thermische Kopplung mit dem Erdreich kann auch mit Hilfe von Erdsonden erreicht werden. Ein U-förmiges Rohr wird in eine vertikale Bohrung von ca. ein hundert Meter Tiefe eingebracht und vom Wasser durchströmt.

Ein derartiges System wird z. Zt. mit dem Bau des Emil-Schumacher-Museums realisiert.

Die Schwierigkeit bei der Geothermie ist, – wie bei den übrigen sog. „erneuerbaren Energien“ auch – dass sie trotz gestiegener und weiter steigender Energiebezugspreise nicht wirtschaftlich sind, weil die Beschaffungskosten in gleicher Weise mit steigen.

### **c) Holzhackschnitzel- und Holzpelletsheizungen**

Da auch bei dem Verrotten von Biomasse das beim Wachstum gebundene CO<sub>2</sub> wieder frei wird, ist eine Verbrennung der Biomasse als CO<sub>2</sub> neutral zu bewerten. Dies ist der ökologische Vorteil gegenüber fossilen Brennstoffen. Darüber hinaus ist in den vergangenen Jahren die Verbrennungstechnik intensiv weiterentwickelt worden. Heutige Holzhackschnitzel- oder Pelletkessel verursachen nur noch einen Bruchteil der Emissionen, die noch vor einem Jahrzehnt für Holzfeuerungen üblich waren. Holzhackschnitzel sind drei bis zehn Zentimeter lange Holzstücke, die wie Schüttgut transportiert, gelagert und in den Kessel befördert werden können. Oft werden Hackschnitzel frisch verbrannt. Mit Fliehkraftabscheidern (Zyklon) und Elektrofiltern lassen sich sehr niedrigere Staubemissionen erzielen. Üblicherweise wird ein Holzgrundlastkessel mit etwa 50 % der Nennlast und ein Gas- oder Ölspitzenkessel errichtet. Aufgrund der hohen Aufwendungen für Lagerung und Abgasreinigung sind Holzhackschnitzelkessel ab etwa 300 kW sinnvoll einsetzbar. Holzhackschnitzel können insbesondere dann wirtschaftlich eingesetzt werden, wenn der Brennstoff z. B. innerhalb der kommunalen Zuständigkeit zu günstigen Konditionen beschafft werden kann. Dies ist in der Regel bei Verwendung von Landschaftspflegematerial der Fall, welches andernfalls kostenpflichtig entsorgt werden müsste. Zusätzlich zu den ökologischen Vorteilen bei der Nutzung ergibt sich also noch die Kostenentlastung durch vermiedene Entsorgungskosten.

Bereits heute ist in Fachzeitingen zu lesen, dass Biomasse bald knapp wird. Dies zeigt, dass das Heizen mit Holz gewiss einige Nischen im Energiemarkt füllen wird, aber nicht dauerhafter Ersatz für fossile Brennstoffe sein kann.

Das Forsthaus Kurk und die dazugehörigen Waldarbeiter Unterkünfte werden seit vorigem Jahr durch eine Holzhackschnitzelanlage beheizt. Da aufgrund der geringen Leistung eine

## **BEGRÜNDUNG**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Teil 3 Seite 19**

**Datum:**

16.11.2006

Abgasreinigung nicht erforderlich ist und aufgrund der Örtlichkeit kein aufwendiges Lager errichtet werden mußte, fielen keine hohen Investitionskosten an.

Im übrigen treffen hier die o.g. vorteilhaften Bedingungen zu. Folglich arbeitet die Anlage wirtschaftlich, da mit einem Kapitalrückfluss durch erspartes Flüssiggas nach 4 Betriebsjahren zu rechnen ist.

### **d) BHKW**

In Blockheizkraftwerken „BHKW“ werden durch technische Kopplung von Verbrennungsmotor und Generator gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Dabei wird eine Energieausnutzung von bis zu 90 % erreicht. Verglichen mit der getrennten Elektrizitäts- und Wärmeproduktion in Kondensationskraftwerken und Heizwerken reduziert der BHKW-Betrieb CO<sub>2</sub> und Luftschadstoffemission um bis zu 40 % und spart ausserdem bis zu 35 % an Energie. Wenn ganzjährig ein hoher Strom- und Wärmebedarf gewährleistet ist, ist der Einsatz eines BHKW meist wirtschaftlich. Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage ist im wesentlichen von der Jahresbetriebsstundenzahl sowie den Strompreisen abhängig. Die Jahresbetriebsstundenzahl sollte über 5.000 Stunden liegen.

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis des BHKW in der FRW Ost, Florianstraße stellt sich wie folgt dar:

## BEGRÜNDUNG

Drucksachennummer:

0982/2006

Teil 3 Seite 20

Datum:

16.11.2006

|  | <b>Kosten</b>       | <b>Erlöse</b>   |
|--|---------------------|-----------------|
|  | €                   | €               |
| Investition (ohne Verrohrung und MSR) :          | <u>97.370,66</u>    |                 |
| Eingespeiste Primärenergie (Gas) : 1.530.912 kWh | 73.483,78           |                 |
| Stromerzeugung : 446.067 kWh                     |                     | 57.988,71       |
| Wärmeerzeugung : 848.208 kWh                     |                     | 40.713,98       |
| Wartung und Instandhaltung :                     | 6.750,00            |                 |
| Saldo (Überschuß BHKW) :                         |                     | <b>18468,91</b> |
| <b>Laufzeit</b> :                                | <b>2,5 Jahre</b>    |                 |
| Überschuß pro Jahr : 7.387,57 €/a                |                     |                 |
| <b>Kapitalrückfluß</b> :                         | <b>ca. 13 Jahre</b> |                 |
| <b>Amortisationszeit bei einem</b>               |                     |                 |
| Zinssatz von 5 %/a : ca. 22 Jahre                |                     |                 |

### e) Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle ist eine Technologie zur direkten elektrochemischen Umwandlung von Wasserstoff und Sauerstoff in Wasser. Dabei entstehen elektrischer Strom und Wärme. Der Wirkungsgrad liegt über dem von motorisch angetriebenen Blockheizkraftwerken. Sie wird als Schlüsseltechnologie für eine effiziente und umweltverträgliche Entwicklung im Energiesektor gesehen. Derzeit sind noch keine Brennstoffzellen am Markt verfügbar, die nur annähernd wirtschaftlich betrieben werden können. Keine Zelle erreicht die für den praktischen Einsatz erforderlichen Betriebsstunden. Sie bedürfen einer aufwendigen Aufbereitung des Erdgases (Reformierung) und sind noch sehr empfindlich gegenüber jeglichem dynamischen Betrieb. Unter optimistischen Annahmen kann davon ausgegangen werden, dass frühestens ab dem Jahre 2010 das Brennstoffzellenheizgerät eine nennenswerte Rolle auf dem Wärmemarkt spielen wird.

### f) Digitalisierung der MSR-Technik in Heizungs- und Lüftungsanlagen

Die Objekte, die in der Summe etwa 80 % bis 90 % des gesamten Energieaufwandes aufweisen, sind diesbezüglich auf dem heutigen Stand der Technik. Die übrigen werden sukzessive im Rahmen der Instandhaltung saniert werden.

### g) Wärmerückgewinnung bei Lüftungsanlagen

Der Einbau von Wärmerückgewinnungseinrichtungen in Lüftungsanlagen, die nicht nur wenige Stunden pro Jahr betrieben werden, ist schon seit Jahren Standard bei der Stadt Hagen. Je nach Funktionsprinzip des Wärmerückgewinners können bis zu 80 % der in der Abluft enthaltenen Wärme der Zuluft wieder zugeführt werden. Sporthallen wird die Außenluft bereits in Abhängigkeit der Raumluftqualität zugeführt, so dass nur ein Minimum an Aufheizenergie benötigt wird.

**h) Ersatz von Heizkesseln durch Brennwertkessel**

Wie aus der in Anlage 1 beigelegten Tabelle „CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm“ ersichtlich, ist die Erneuerung von Heizkesseln zum Zwecke der Energieeinsparung nicht wirtschaftlich; die zu erwartende Kapitalrückflußdauer grenzt an die zu erwartende Lebensdauer der Kessel. Dennoch sind die Kessel aus Altersgründen im Laufe der nächsten 4 Jahre zu erneuern.

**i) Sanierung der Gebäudehüllen**

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes können wesentliche Energiemengen eingespart werden. Dennoch lässt sich die Sanierung der Gebäudehülle nicht wirtschaftlich darstellen. Steht jedoch ohnehin eine Sanierung der Fassade und/oder des Daches an, so sind von den Kosten des Wärmedämmverbundsystems die „Sowieso-Kosten“ der Fassadensanierung abzuziehen, um die Kosten zu ermitteln, die durch die Dämmung amortisiert werden müssen. Dann kann der zusätzliche Aufwand, der für die Einsparung von Energie betrieben wird, durchaus wirtschaftlich sein.

Die Problematik wird am Beispiel der Fassadensanierung des Verwaltungstraktes der Hauptschule Remberg deutlich (siehe Anlage 3).

Dort steht eine jährliche Heizölsparsparnis in Höhe von 6.400,- € einer Investition von 190.000,- € gegenüber; das bedeutet eine Kapitalrückflußdauer von annähernd 30 Jahren.

**j) Zugangskontrollsystem**

Bekanntlich sind etliche Sporthallen in die Schlüsselgewalt von Vereinen übergeben worden. Zur Zeit wird überprüft, ob ein zentrales Schließsystem mit einem Kartenlesegerät wirtschaftlich eingesetzt werden kann. Damit kann dokumentiert werden, wer als Letztes eine Sporthalle benutzt und vergessen hat, das Licht auszuschalten, das Wasser abzustellen oder die Heizung abzuschalten (was allerdings bei der Stadt Hagen automatisch erfolgt). Wird dieses System mit intelligenter Technik gekoppelt, so könnten über Elektromagnetventile die Wasserzufuhr gestoppt, das Licht und die Lüftungsanlage ausgeschaltet werden. Auf diese Weise kann eine z. Zt. nicht quantifizierbare Menge an Strom-, Wasser- und Wärmekosten eingespart werden.

**4. Energieausweis nach EnEV und zu erwartende Konsequenzen**

Der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes kommt aufgrund des Einsparpotenzials eine zentrale Bedeutung zu. Dies hat auch der Gesetzgeber erkannt. Die Neufassung der Energieeinsparverordnung ist in Planung, die für jedes öffentliche Objekt und für jedes Objekt, das vermietet oder verkauft werden soll, einen Energieausweis fordern wird. Eine ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes ist dabei vorgesehen: Zunächst wird daher eine vollständige Analyse von Gebäudehülle und Anlagentechnik erfolgen. Daraus wird ein Konzept entwickelt werden, welches für das Objekt insgesamt kostenoptimal sein soll. Die Umsetzung des Sanierungskonzeptes kann durchaus in mehreren Stufen erfolgen.



Dem Energieausweis wird einerseits zu entnehmen sein, in welchem qualitativen Zustand in energetischer Hinsicht sich das Objekt befindet und welche Maßnahmen ergriffen werden können, um diesen Zustand zu verbessern. Daraus wird sich auch für die Stadt Hagen ein Maßnahmenpaket schnüren lassen, aus dem die erforderlichen Investitionen wie auch die damit verbundenen Einsparungen ersichtlich werden. Bedauerlicherweise wird dieser Energieausweis nach letzter Pressemitteilung noch bis in das Jahr 2008 auf sich warten lassen. Darum hat GWH den unter Ziffer 3 bereits erwähnten –nichtamtlichen- Energieausweis für ca. 150 Objekte erstellt, um die Zeit nicht nutzlos verstreichen zu lassen.

## **5. Fördermöglichkeiten**

Es gibt eine Reihe von Förder- und Finanzierungsprogrammen für den Einsatz erneuerbarer Energien. Für die Stadt Hagen ist das Marktanreizprogramm der Bundesregierung zur Förderung erneuerbarer Energien interessant, woraus auch die Holzhackschnitzelheizanlage des Forsthauses Kurk gefördert worden ist. Hieraus werden auch Solarkollektoranlagen gefördert, wenn der jährliche Kollektorertrag mindestens 525 kWh/m<sup>2</sup> beträgt und die Kollektoren die Kriterien des Umweltzeichens RAL UZ 73 erfüllen.

Antragsberechtigt zur Förderung von Fotovoltaikanlagen sind lediglich Berufsschulen, Technikerschulen, Berufsbildungszentren, überbetriebliche Ausbildungsstätten, allgemeinbildende Schulen, Fachhochschulen und Universitäten. Die weiteren Fördermöglichkeiten treffen für Kommunen nicht zu, ausgenommen die KfW- Programme; sie beinhalten ein zinsgünstiges Darlehen, dass mit den städtischen Kreditkonditionen jedoch nicht konkurrieren kann und daher nicht wirtschaftlich ist.

## **6. Resümee**

Im Bereich „Wärme“ sind die Anlagen im Wesentlichen auf dem Stand der Technik; Investitionen in diesem Bereich lassen sich kaum wirtschaftlich darstellen.

Für die Bereiche „Wasser“ und „Strom“ sind Erhebungen von Daten eingeleitet, um zur Einschätzung weiterer Einsparmöglichkeiten unter Einsatz der vorgestellten Technologie zu gelangen.

Es wird deutlich, dass die Effizienz der Energieeinsparmaßnahmen dem Pareto-Prinzip zu folgen scheinen. Dies besagt, dass sich mit einem Mitteleinsatz von ca. 20% Effekte zu 80% erzielen lassen, die dann noch fehlenden 20% aber einen erheblichen Mehraufwand erfordern. Die Phase der verhältnismäßig leicht zu erzielenden Einspareffekte hat die Stadt Hagen dank einer strukturierten und zielgerichteten Energiebewirtschaftung hinter sich gebracht. Dennoch bestehen noch Einsparpotentiale, die zu heben sind – wenn auch mit erhöhtem Aufwand. Hierzu gilt es, eine Strategie zu entwickeln.

## **BEGRÜNDUNG**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Teil 3 Seite 23**

**Datum:**

16.11.2006

### Literaturverzeichnis:

1. Deutscher Städtetag, Hinweise zum kommunalen Energiemanagement
2. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen – Lippe, Münster, verschiedene Ausgaben
3. Schober, Ertragstafeln wichtiger Baumarten
4. Recknagel, Sprenger, Schramek, Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, 71. Auflage, Oldenbourg Industrieverlag, München 2003

## **BEGRÜNDUNG**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Teil 3 Seite 24**

**Datum:**

16.11.2006

- Anlage 1: CO2-Gebäudesanierungsprogramm, hier: Heizungsanlagen in den Liegenschaften der Stadt Hagen
- Anlage 2: Photovoltaikanlagen auf städtischen Dachflächen
- Anlage 3: Energiekostensparnis Bauabschnitt 2005 (des Verwaltungstraktes) der Hauptschule Remberg

**FINANZIELLE  
AUSWIRKUNGEN**

**Teil 4 Seite 1**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Datum:**

16.11.2006

**VERFÜGUNG /  
UNTERSCHRIFTEN**

**Teil 5 Seite 1**

**Drucksachennummer:**

0982/2006

**Datum:**

16.11.2006

**Veröffentlichung:**

Ja

Nein, gesperrt bis einschließlich \_\_\_\_\_

---

**Oberbürgermeister****Gesehen:**

---

**Stadtkämmerer**

---

**Stadtsyndikus**

---

**Betriebsleitung****Amt/Eigenbetrieb:**

Gebäudewirtschaft Hagen

**Gegenzeichen:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beschlussausfertigungen sind zu übersenden an:****Amt/Eigenbetrieb:****Anzahl:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Beschlüsse:**

---