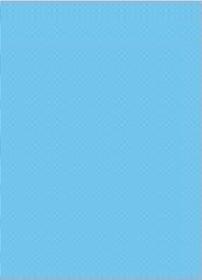
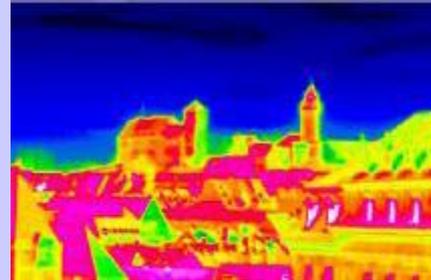


Baureferat  
Hochbauamt  
Kommunales Energiemanagement



## Energiebericht



2 0 0 8



## Energiekosten im Griff

Ihre Verbrauchskontrolle auf einen Blick

HYDROMETER



Die Hydrometer GmbH weist mit modernster Messtechnik und Datenübertragungstechnologie den Weg in die Zukunft und unterstützt damit einen sinnvollen Umgang mit den Ressourcen zum Schutz unserer Umwelt.

**DIEHL**  
Metering

[www.hydrometer.de](http://www.hydrometer.de)

 smart in solutions

## Impressum

Energiebericht 2008

**Herausgeber:**

Stadt Nürnberg

**Erschienen:**

November 2008

**Redaktion:**

Kommunales Energiemanagement

Hochbauamt

**Bezugsadresse:**

Hochbauamt

Bereich Technik

Marientorgraben 11

90402 Nürnberg

# STADT NÜRNBERG

## Energiebericht 2008

*Zum Schutz von Umwelt und Klima,  
für die Lebensqualität der Bürger*

**Energiebericht  
für die von der Stadt Nürnberg  
verwalteten Liegenschaften**

## Vorwort

Es ist eine globale Aufgabe, dem Klimawandel entgegenzuwirken, Ressourcenschutz zu betreiben und konsequent nach den Prinzipien einer umfassenden Nachhaltigkeit zu handeln. Die Senkung des Energieverbrauches gehört zu den zentralen Zielen der Stadt Nürnberg. Nur wenn wir verantwortungsvoll und umweltbewusst handeln, wird das Leben auch für künftige Generationen lebenswert sein. Daher hat der Nürnberger Stadtrat die Selbstverpflichtung beschlossen, bis zum Jahr 2020 den CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 40% zu verringern und den Anteil an regenerativer Energie bis 2020 auf 20% anzuheben. Die Klimaschutzprogramme und Verpflichtungserklärungen der Bundesregierung und der Europäischen Union gehen in die gleiche Richtung und unterstreichen somit auch den kommunalen Handlungsbedarf.

Der Stadt Nürnberg obliegt damit bei ihren eigenen Gebäuden und Liegenschaften eine wichtige Vorbildfunktion gegenüber der Bürgerschaft. Innerhalb der Stadtverwaltung wird diese Aufgabe vom Kommunalen Energiemanagement (KEM) im Hochbauamt wahrgenommen. Der hier vorliegende Energiebericht 2008 zeigt die Maßnahmen und Erfolge, die zu einem verantwortungsvollen und effizienten Umgang mit Energieressourcen führen. Angesichts der Selbstverpflichtungen der Stadt Nürnberg und der angestrebten bundesweiten Etablierung Nürnbergs als Energieregion ist das Kommunale Energiemanagement ein wichtiger Baustein, um die angestrebten Ziele zu erreichen. Es wird deutlich, dass die Anstrengungen zur Energieeinsparung nicht nur fortgeführt, sondern weiter intensiviert werden müssen.



Nürnberg, September 2008

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'W. Baumann', written in a cursive style.

Wolfgang Baumann  
Baureferent und berufsmäßiger Stadtrat

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>1. Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>2. Aufgaben und Ziele des KEM</b>	<b>5</b>
<b>3. Statistik</b>	<b>7</b>
3.1 Kostenentwicklung	7
3.1.1 Gesamtkosten Energie und Wasser der Stadt Nürnberg	7
3.1.2 Kostenaufteilung der Ämter und Eigenbetriebe	8
3.1.3 Kostenentwicklung ohne Energiemanagement	9
3.2 Verbrauchsentwicklung	10
3.2.1 Heizenergieverbrauch	10
3.2.2 Stromverbrauch	12
3.2.3 Wasserverbrauch	12
3.3 CO <sub>2</sub> -Emissionen	14
3.4 Preisentwicklung	15
3.4.1 Wärmepreis	15
3.4.2 Strompreis Netzebene 7	16
3.4.3 Wasserpreis und Abwassergebühr	17
3.5. Bundesweiter Energiepreisvergleich	18
<b>4. Wirtschaftlichkeit des KEM</b>	<b>21</b>
4.1 Das Abrechnungssystem	21
4.2 Energie- und Wasserkosteneinsparung	21
4.3 Umstellung von Energietarifen	23
4.4 Energieberatung	24
4.5 Erschließung von Fördermitteln	25
4.6 Ausgaben	26
4.7 Bilanz	27
4.8 Trendbetrachtung zur Wirtschaftlichkeit	27
<b>5. „Energieeinsparungsprogramm“ im Mittelfristigen Investitionsplan</b>	<b>29</b>

<b>6.</b>	<b>Handlungsfelder des KEM</b>	<b>31</b>
6.1	Ganzheitliches Energiemanagement	31
6.1.1	Energetische Projektentwicklung von Sanierungs- und Neubauprojekten	31
6.1.2	Erstellung und Überwachung von energetischen Standards	32
6.1.3	Energetische Qualitätssicherung durch Monitoring	32
6.1.4	Durchführung von Lern- und Demonstrationsprojekten	33
6.1.5	Einwerben von Fördergeldern	33
6.1.6	Verwaltungsinterne Schulungen zu Energiethemen	34
6.2	Gebäudebezogenes Energiemanagement	34
6.2.1	Verbrauchscontrolling	34
6.2.2	Verbrauchskennwerte – Benchmarks	35
6.2.3	Schwachstellenanalysen - Gebäudebegehungen	36
6.2.4	Anlagenoptimierung und organisatorische Maßnahmen	37
6.2.5	Sanierungskonzepte und Energiestudien	37
6.2.6	Thermographieuntersuchungen	38
6.2.7	Optimierung von Energielieferverträgen	38
6.2.8	Contracting und Mitarbeit bei ÖPP-Projekten	38
6.2.9	Energieausweise nach Energieeinsparverordnung	39
6.3	Innovative Projekte	40
6.4	Regenerative Energien und Blockheizkraftwerke	45
6.5	Einflussnahme auf das Nutzerverhalten, Information und Motivation	49
6.5.1	KEiM - Energiesparprogramm für Nürnberger Schulen	49
6.5.2	Energieworkshop für Schulhausmeister/innen	50
6.5.3	Energieworkshop für KEiM- Lehrkräfte	50
6.5.4	Energieworkshop für städtische Mitarbeiter	50
6.5.5	Energiesparprojekt mit Nürnberger Kindertagesstätten	51
6.5.6	Energiesparpreis für städtische Dienststellen	51
6.5.7	Infomaterial für städtische Mitarbeiter	51
6.6	Öffentlichkeitsarbeit	52
6.6.1	Kongress der Kommunalen Energiebeauftragten	52
6.6.2	Gremien, Vorträge und Veröffentlichungen	52
6.6.3	Energiemanagement für Kommunen in der Metropolregion	54
<b>7.</b>	<b>Personelle Rahmenbedingungen des KEM</b>	<b>55</b>
<b>8.</b>	<b>Energiemanagement als Daueraufgabe</b>	<b>56</b>
<b>9.</b>	<b>Ausblick</b>	<b>57</b>

## Anlagen

## 1. Zusammenfassung

Der hier vorliegende Energiebericht 2008 der Stadt Nürnberg bietet einen Überblick über die städtischen Energiekosten, die Verbräuche sowie die Aktivitäten des Kommunalen Energiemanagements (KEM) im Hochbauamt.

### Energie- und Wasserkosten

Die gesamten Energie- und Wasserkosten der städtischen Liegenschaften, einschließlich Klinikum, betragen ohne Abwassergebühren im Rechnungsjahr 2007 rund **35,9 Mio. EUR**. Davon entfallen auf die im städtischen Haushalt verbleibenden Dienststellen (ohne Eigenbetriebe und Klinikum) rund **13,8 Mio. EUR**. Die Kosten werden jährlich von schwankenden Faktoren wie Witterungseinflüssen, Nutzungsänderungen, baulichen Maßnahmen und Energiepreisen beeinflusst.

Die für das Jahr 2007 ermittelte Gesamteinsparung liegt bei ca. **1,89 Mio. EUR** (gegenüber der Basis 1996 - 1998). Diese setzt sich aus der Summe der Einsparungen der einzelnen Liegenschaften im Energie- und Wasserbereich sowie den Einsparungen durch Tarifumstellungen zusammen. Nicht bilanziert sind zusätzliche Energieeinsparungen durch Energieberatungen bei Sanierung und Neubau von ca. 92.000 EUR sowie die Erschließung von Fördermitteln in Höhe von ca. 145.000 EUR, die den städtischen Haushalt direkt entlasten.

Der Gesamteinsparung stehen Ausgaben für Personal- und Sachkosten in Höhe von ca. **554.000 EUR** gegenüber. Hierdurch wurde ein **Überschuss von ca. 1,33 Mio. EUR** für die Stadt Nürnberg erzielt.

Energie- und Wasserkosteneinsparungen	1.606.244 EUR
Einsparungen durch Tarifumstellungen	281.381 EUR
Summe der Einsparungen	<u>1.887.625 EUR</u>
Personal- und Sachkosten	<u>- 554.300 EUR</u>
<b>Überschuss</b>	<b>1.333.325 EUR</b>

Umgerechnet bedeutet dies, dass im Jahr 2007 pro eingesetztem EUR für die Personalkosten, Einsparungen in Höhe von 3,40 EUR erzielt werden konnten.

Während seit dem Jahr 2001 bei der Verbrauchsentwicklung eine beständige Reduzierung zu verzeichnen ist, sind die Energie- und Wasserkosten im gleichen Zeitraum kontinuierlich gestiegen.

Im Abrechnungsjahr 2007 wurden die geringsten Verbräuche im Bereich Strom und Wasser seit 1996 erzielt. Dies macht deutlich, wie wichtig ein effektives Energiemanagement für die Stadt Nürnberg ist.

## CO<sub>2</sub> – Emissionen

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß sank von rund 170.000 t im Jahr 2002 auf rund 117.000 t im Jahr 2007. Das entspricht einer Reduzierung um etwa 32 %. Der Löwenanteil dieses Rückganges ist, nach Umstellung des Heizkraftwerkes von Kohle auf Erdgas durch den Energieversorger (N-ERGIE), auf den neuen CO<sub>2</sub>-Faktor von 0,0 kg/kWh der Nürnberger Fernwärme zurückzuführen.

## „Energieeinsparungsprogramm“ im Mittelfristigen Investitionsplan (MIP)

Durch Investitionsmittel aus dem MIP-Ansatz „Energieeinsparungsprogramm“ konnten gesetzlich vorgeschriebene Maßnahmen nach der Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) sowie weitere innovative und energiesparende Projekte realisiert werden.

## 2. Aufgaben und Ziele des KEM

Mit Stadtratsbeschlüssen vom 19.11.1997 und 26.01.1999 wurde der Auf- und Ausbau eines Kommunalen Energiemanagements (KEM) beschlossen.

Im Bestand der Stadt befinden sich etwa 1.300 Gebäude. Die gesamten Energie- und Wasserkosten der städtischen Liegenschaften einschließlich Klinikum betragen ohne Abwassergebühren im Rechnungsjahr 2007 rund **35,9 Mio. EUR**. Nimmt man das Klinikum und die Straßenbeleuchtung heraus verbleiben Kosten in Höhe von etwa **25,6 Mio. EUR** (inkl. Eigenbetriebe, ohne Straßenbeleuchtung und ohne Klinikum). Davon entfallen auf die im städtischen Haushalt verbleibenden Dienststellen (ohne Eigenbetriebe, ohne Klinikum, ohne Straßenbeleuchtung) rund **13,8 Mio. EUR**.

Ziele des KEM sind die Verringerung der Schadstoffemissionen für den städtischen Gebäudebestand, die Optimierung von Verbräuchen und Kosten sowie die Wahrnehmung einer Vorbildfunktion in der kommunalen Klimaschutzpolitik.

Strategien zur Umsetzung der Ziele sind:

- Energetische Sanierung von Gebäuden und Anlagen,
- Errichtung energieeffizienter Neubauten,
- verstärkter Einsatz erneuerbarer Energien,
- Verbrauchsreduzierungen durch nichtinvestive Maßnahmen und
- gezielte Einflussnahme auf das Nutzerverhalten.

Das Kommunale Energiemanagement der Stadt Nürnberg ist Teil eines leistungsfähigen technischen Gebäudemanagements, strukturell abgebildet durch das Hochbauamt. Dies gibt die Möglichkeit, gezielten Einfluss auf Projektentwicklung, Neubau, Sanierung, Unterhalt und Betrieb, also den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu nehmen. Energiemanagement wird dabei als Pflichtaufgabe verstanden.

Das KEM verfolgt neben dem klassischen gebäudebezogenen Energiemanagement, dessen Hauptbestandteile das Energiecontrolling, die Betriebsoptimierung und das Vertragswesen sind, einen ganzheitlichen Betrachtungsansatz bei Neubau-, Sanierungs- und Unterhaltsmaßnahmen. So ist das KEM inzwischen fest in die Planungsabläufe beim Hochbauamt integriert und hat seine Aufgabenschwerpunkte in den letzten Jahren deutlich erweitert. Es greift gezielt in die Planung und Ausführung von Neubauten und Bestandssanierungen ein.

Hierbei wird die energetische Projektentwicklung bei Sanierungs- und Neubauprojekten übernommen und somit die energetischen Lebenszykluskosten der städtischen Gebäude optimiert. Zusätzlich werden wichtige Projekte beim Planungs- und Baufortschritt begleitet und durch Monitoring die energetische Qualität gesichert. Es geht um die Verknüpfung von bau- und anlagentechnischen mit energetischen Anforderungen unter Berücksichtigung von Investitions- und Betriebskosten und der Nutzung möglicher Synergieeffekte. Das KEM ist dabei ein Kompetenzzentrum für das Thema Energie und hat damit eine Sonderstellung. Es muss sich einmischen, aber auch Andere mitnehmen, beteiligen, motivieren und überzeugen. Das KEM ist deshalb Kompetenz- und Beratungspartner und agiert als Initiator, Motivator und Projektbegleiter.

### 3. Statistik

#### 3.1 Kostenentwicklung

##### 3.1.1 Gesamtkosten Energie und Wasser der Stadt Nürnberg

Die Entwicklung der Gesamtkosten für Energie- und Wasser (ohne Abwassergebühren) basiert auf den tatsächlich abgerechneten Daten des Nürnberger Energieversorgungsunternehmens N-ERGIE, der Zweckverbände Knoblauchsland (bis 2006) und Schwarzachgruppe, verschiedener Öl- und Flüssiggaslieferanten, des Tiefbauamtes sowie des Kommunalunternehmens Klinikum Nürnberg.

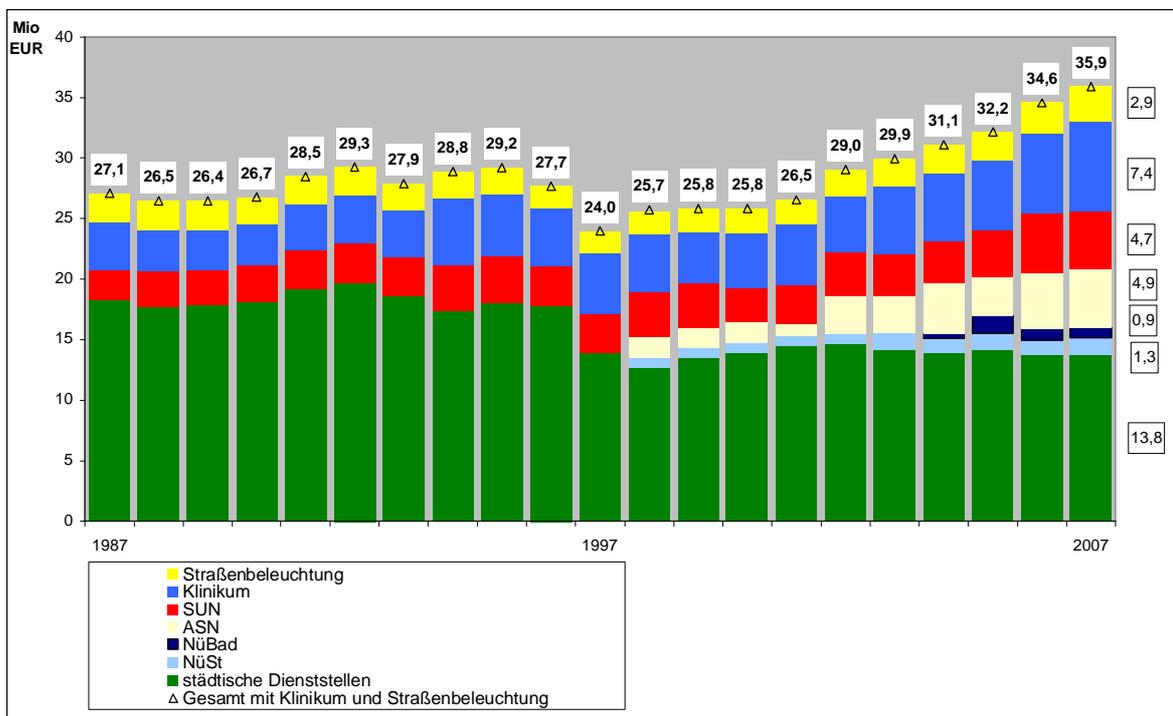


Diagramm 1: Gesamtkosten Energie und Wasser (ohne Abwasserkosten) für städtische Dienststellen, NüSt, ASN, SUN, NüBad, Klinikum und Straßenbeleuchtung

Seit dem Jahr 2002 ist ein kontinuierliches Ansteigen der Energiekosten für die Stadt Nürnberg mit seinen Dienststellen und Eigenbetrieben erkennbar. Ursache hierfür sind einerseits die steigenden Energiepreise, andererseits auch ein Flächenzuwachs bei den Städtischen Gebäuden.

Im Bereich der Eigenbetriebe „Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Nürnberg (ASN)“, Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN)“ und dem Kommunalunternehmen „Nürnberger Klinikum (Kh)“ fallen die Kostensteigerungen etwas höher aus.

Dies hängt aber auch mit der Übernahme neuer zusätzlicher Betriebe und Aufgaben zusammen.

Kostenmindernd war der überaus milde Winter 2006/2007 und die sanierungsbedingte Betriebsstilllegung des Südbades beim Eigenbetrieb „NürnbergBad (NüBad)“.

Die Abwasserkosten sind im oberen Diagramm nicht enthalten.

### 3.1.2 Kostenaufteilung der Ämter und Eigenbetriebe

Die prozentuale Aufteilung der Energie- und Wasserkosten auf die städtischen Dienststellen, die Straßenbeleuchtung und die städtischen Eigenbetriebe ist im nachfolgenden Diagramm dargestellt:

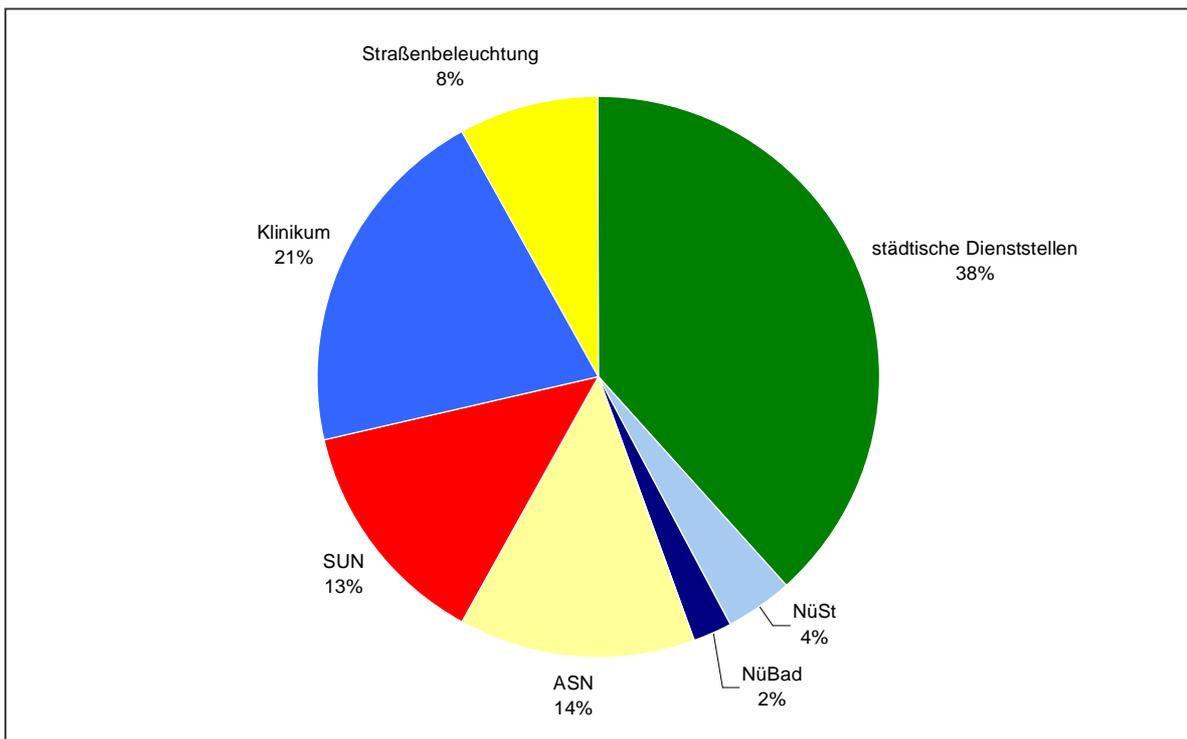


Diagramm 2: Aufteilung der Energie- und Wasserkosten auf die städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe (ohne Abwasserkosten) im Jahr 2007

Es ist erkennbar, dass die Eigenbetriebe und das Klinikum zusammengefasst inzwischen 54 % der Energie- und Wasserkosten verursachen und ein effektives Energiemanagement hier nicht vernachlässigt werden darf. Alleine das Kommunalunternehmen Klinikum Nürnberg verursacht 21 % der Gesamtkosten.

Bei der Verteilung der Kosten entfallen immer noch 38 % auf die städtischen Dienststellen.

### 3.1.3 Kostenentwicklung ohne Energiemanagement

Der Schwerpunkt der KEM-Aktivitäten liegt bei den städtischen Dienststellen und den Eigenbetrieben „NürnbergBad (NüBad)“ und „NürnbergStift (NüSt)“. Entsprechend wird die Entwicklung der Energiekosten dieser Bereiche im folgenden Diagramm gesondert dargestellt:

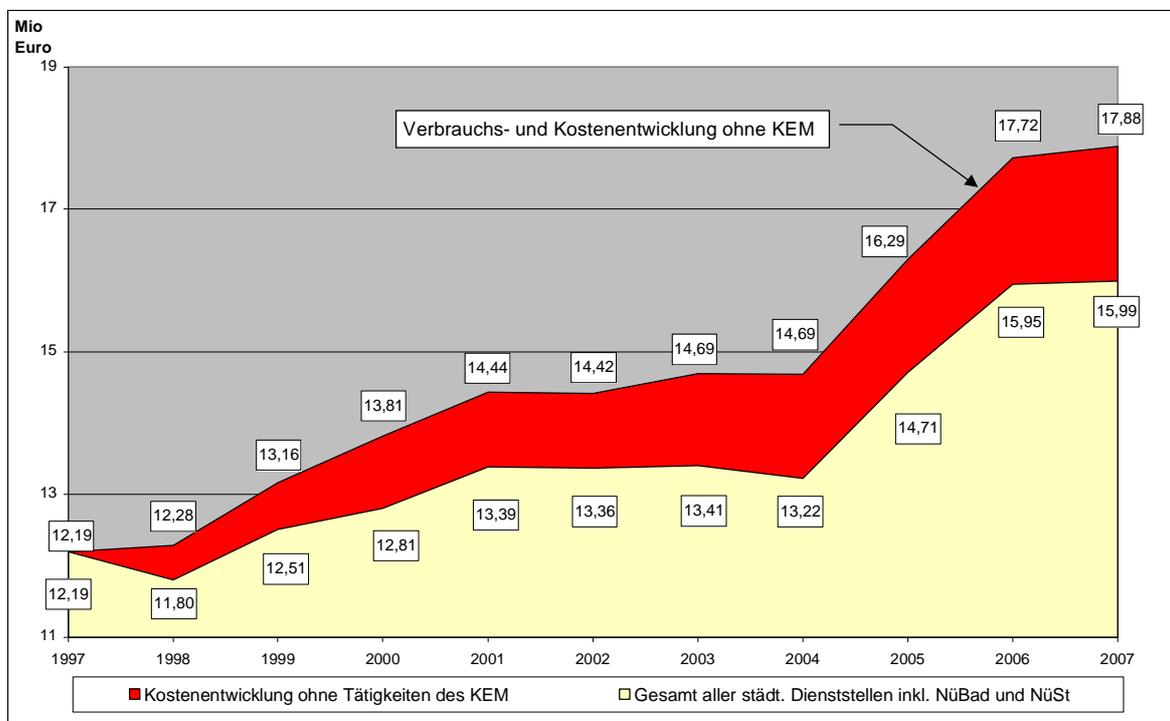


Diagramm 3: Entwicklung der Gesamtkosten ohne Klinikum, SUN, ASN und ohne Straßenbeleuchtung seit 1997 sowie Kostenentwicklung ohne Tätigkeiten des KEM

Der helle Bereich des Diagramms stellt die reale Entwicklung der Energie- und Wasserkosten dar.

Der darüber gelegte rote Bereich macht deutlich, wie sich die Energie- und Wasserkosten bei der Stadt Nürnberg ohne die Einrichtung eines Energiemanagements (KEM) im Jahre 1997 entwickelt hätten. Das heißt, die ohnehin steigenden Kosten wären ohne KEM noch deutlicher gestiegen. Die genannten Summen entsprechen den ermittelten Einsparungen der letzten Jahre.

## 3.2 Verbrauchsentwicklung

Die folgenden Verbrauchsentwicklungen für Wärme, Strom und Wasser beziehen sich in nachstehenden Diagrammen auf städtische Dienststellen einschließlich der Eigenbetriebe NüSt und NüBad jedoch ohne die Eigenbetriebe SUN, ASN und ohne das Kommunalunternehmen Klinikum.

### 3.2.1 Heizenergieverbrauch

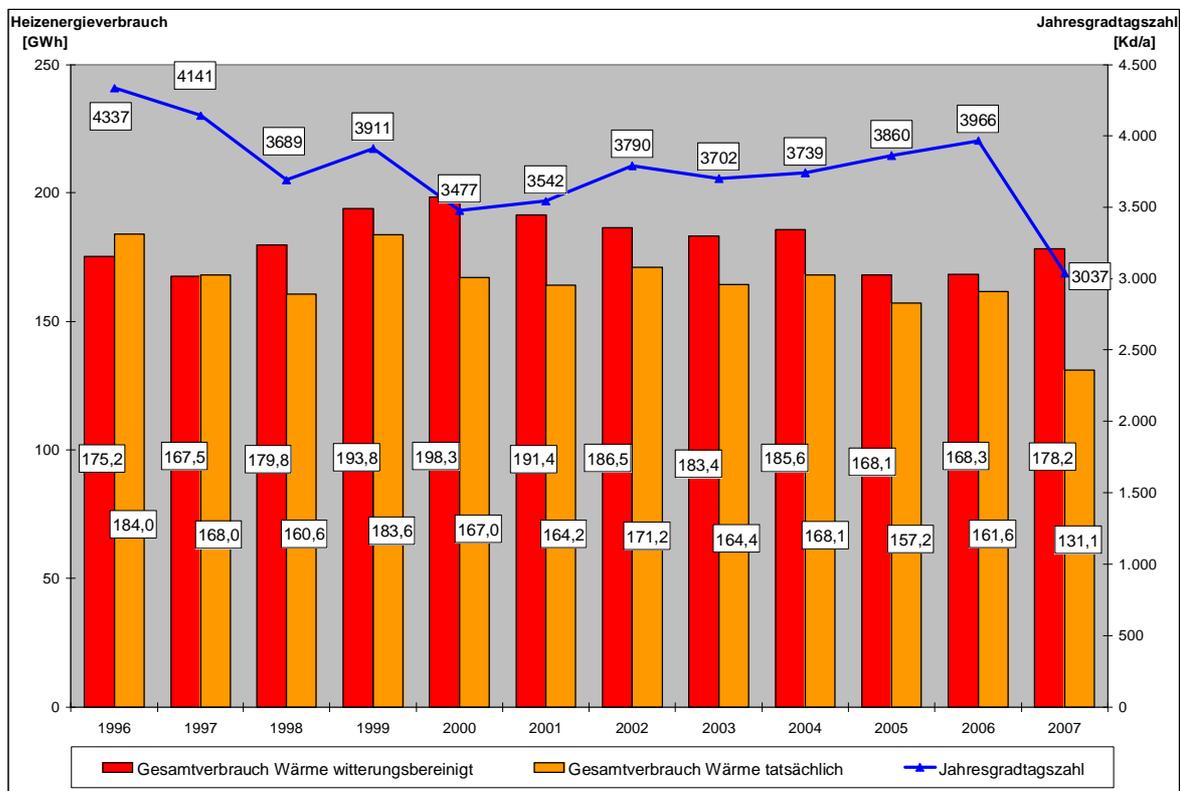


Diagramm 4: Entwicklung Heizenergieverbrauch der städtischen Dienststellen einschließlich NüBad und NüSt

Im Unterschied zu den früheren Berichten wurde die Witterungsbereinigung nun auf plausible Darstellung der realen Abrechnungszeiträume der N-ERGIE angeglichen. Es ist erkennbar, dass der reale Verbrauch im Kalenderjahr 2007 durch den sehr milden Winter deutlich abgefallen ist. Die abgebildete Gradtagslinie macht klar, wie kalt die jeweilige Heizperiode war. Je geringer die Gradtagszahl (in 2007 nur 3037 Kd/a) ist, desto wärmer war der Winter.

Im Jahr 2007 ist der witterungsbereinigte Wärmeverbrauch wieder leicht angestiegen.

Die Ursache hierfür liegt in Flächenerweiterungen und auch in der Tatsache, dass die Heizkessel im Teillastbetrieb (bei milden Wintern) einen geringeren Wirkungsgrad aufweisen und dadurch mehr Energie verbrauchen.

### Prozentualer Anteil der Energieträger

Das nachfolgende Diagramm dokumentiert die prozentuale Aufteilung auf die verschiedenen Energieträger im Bereich Wärmeversorgung:

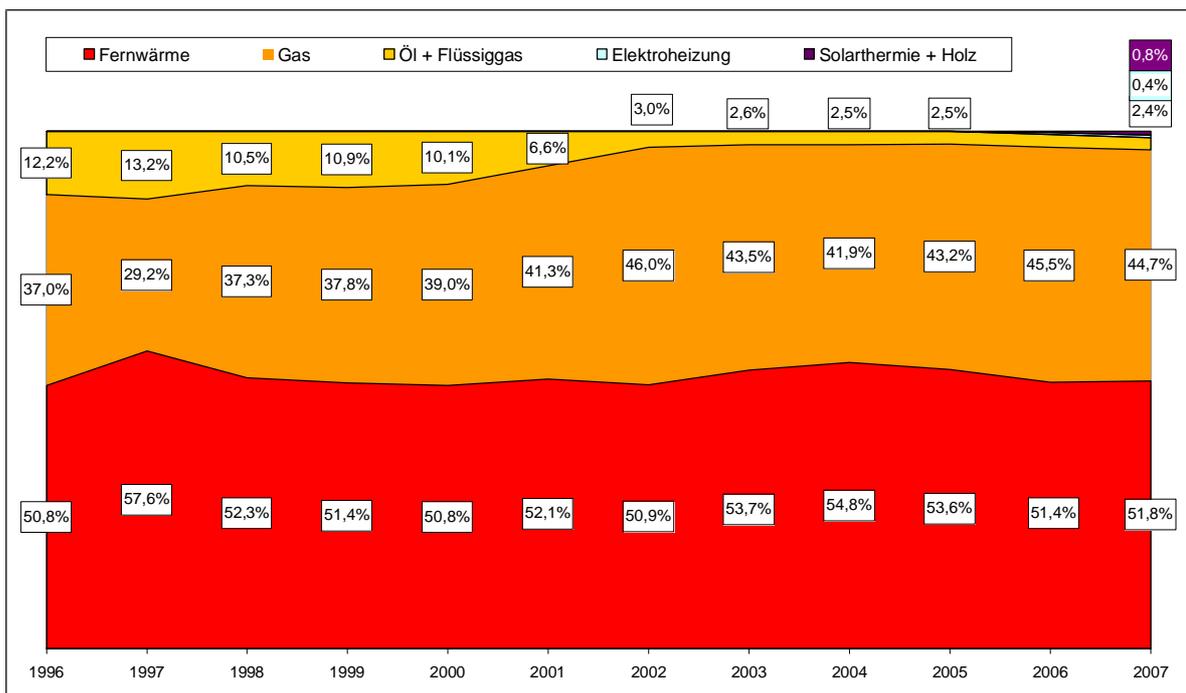


Diagramm 5: Prozentualer Anteil der Energieträger Fernwärme, Gas, Öl + Flüssiggas, Elektroheizungen, Solarthermie + Holz bei städtischen Dienststellen

Die überwiegende Zahl der städtischen Liegenschaften wird mit Erdgas oder Fernwärme beheizt. Der Anteil von Ölheizungen ist mit 2,4 % relativ gering und diese werden in der Regel dort eingesetzt, wo eine Versorgung mit Gas oder Fernwärme nicht oder nur schwer möglich ist. Vor der Erneuerung eines vorhandenen Ölkessels wird stets der Einsatz von anderen Energieträgern geprüft.

Einzelne Liegenschaften müssen elektrisch beheizt werden und sind mit 0,4 % gesondert aufgelistet. Dies sind Objekte mit Nachtspeicherheizungen und Containerbauten/Raumzelligegebäude, die nur eine begrenzte Standzeit haben sollen.

Erstmals im Bericht aufgenommen ist der Bereich „Regenerative Energien“ mit einem Anteil von 0,8 %. Hier sind thermische Solaranlagen und Holzheizungen zusammengefasst.

### 3.2.2 Stromverbrauch

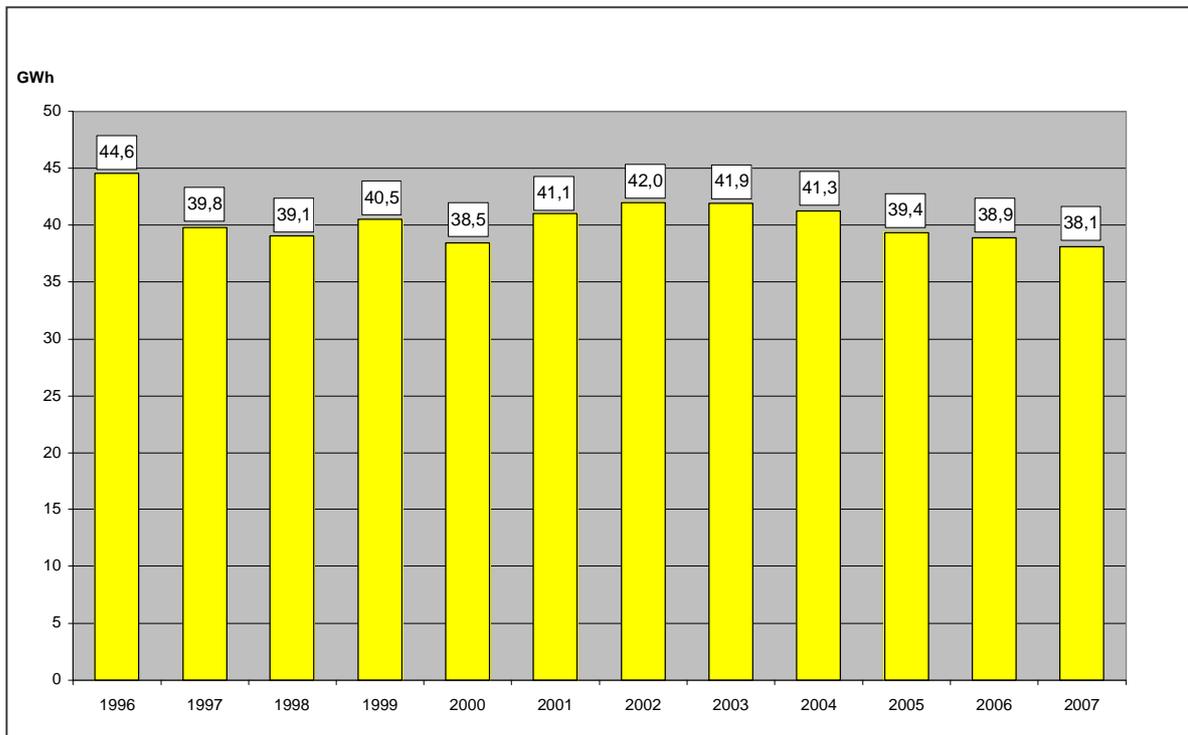


Diagramm 6: Stromverbrauch aller städtischen Dienststellen einschließlich NüBad und NüSt

Der Anstieg im Stromverbrauch städtischer Liegenschaften in den Jahren 2001 und 2002 konnte gestoppt werden. Dieser Verbrauchsanstieg war auf zunehmende Internetnutzung und weiterführende Computerausstattungen im Schulbereich und die steigende Technikausstattung insgesamt zurückzuführen.

Seit dem Jahr 2003 sinkt der Stromverbrauch wieder kontinuierlich und hat im Jahr 2007 seinen bisher niedrigsten Wert erreicht.

Die sanierungsbedingte Betriebsstilllegung des Südbades beim Eigenbetrieb NürnbergBad trägt zur Reduzierung der Jahresverbrauchs im Jahr 2007 bei.

### 3.2.3 Wasserverbrauch

Nach einem leichten Anstieg des Wasserverbrauchs im Jahr 2006 konnte auch im Jahr 2007 wieder der kontinuierlich fallende Trend fortgesetzt und der Wasserverbrauch weiter leicht reduziert werden.

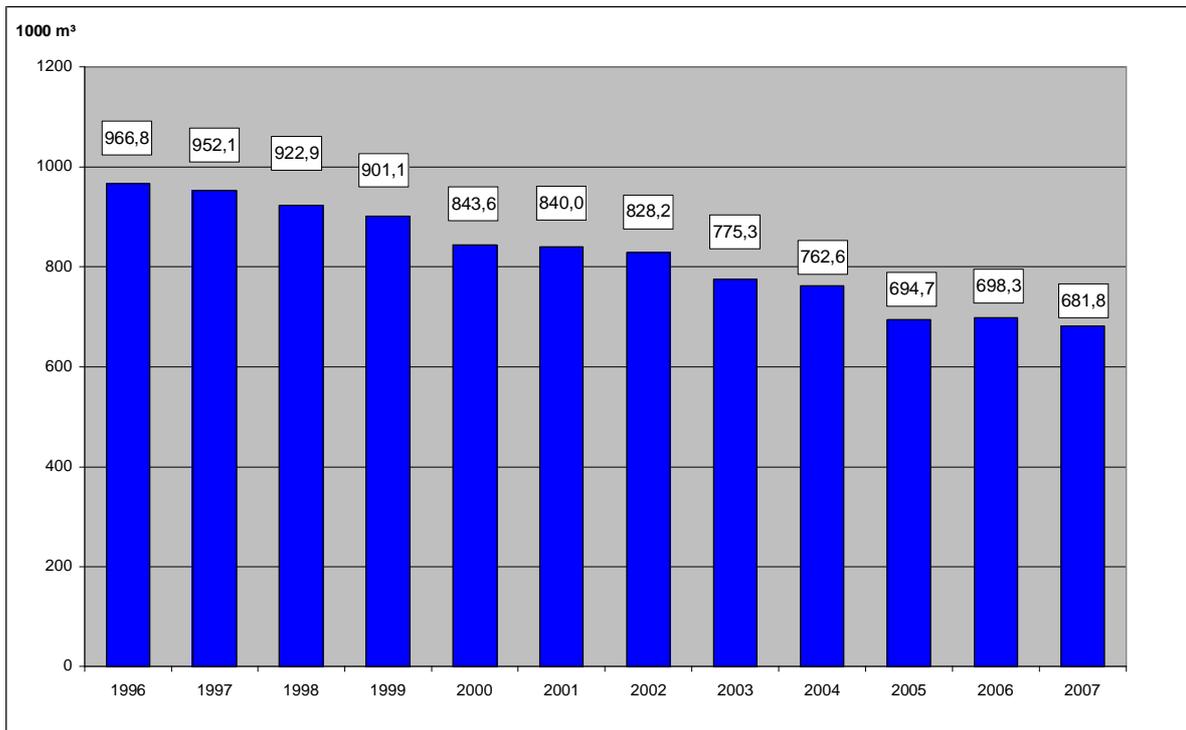


Diagramm 7: Entwicklung Wasserverbrauch aller städtischen Dienststellen einschließlich NüBad und NüSt

Dies ist im wesentlichen auf die konsequente Kontrolle der Sanitäreinrichtungen, den Einbau von wassersparenden Armaturen und auf die Nutzermotivation und -schulung zurückzuführen.

Neben diesen Maßnahmen kam es im Bereich der Bäder zu einer Verbrauchsreduzierung durch die sanierungsbedingte Betriebsstilllegung des Südbades. Zusätzlich führt die kontinuierliche Optimierung der Wasseraufbereitungstechnik zu weiteren Verbrauchsreduzierungen.

Die neue Trinkwasserverordnung und eine neue VDI-Richtlinie fordern nach einer längeren Stagnationszeit des Wassers (z.B. in den Schulen nach den Ferien) eine Spülung des gesamten Rohrnetzes. Dies wird zwangsläufig dazu führen, dass der Wasserverbrauch in Zukunft wieder leicht steigen wird.

### 3.3 CO<sub>2</sub> – Emissionen

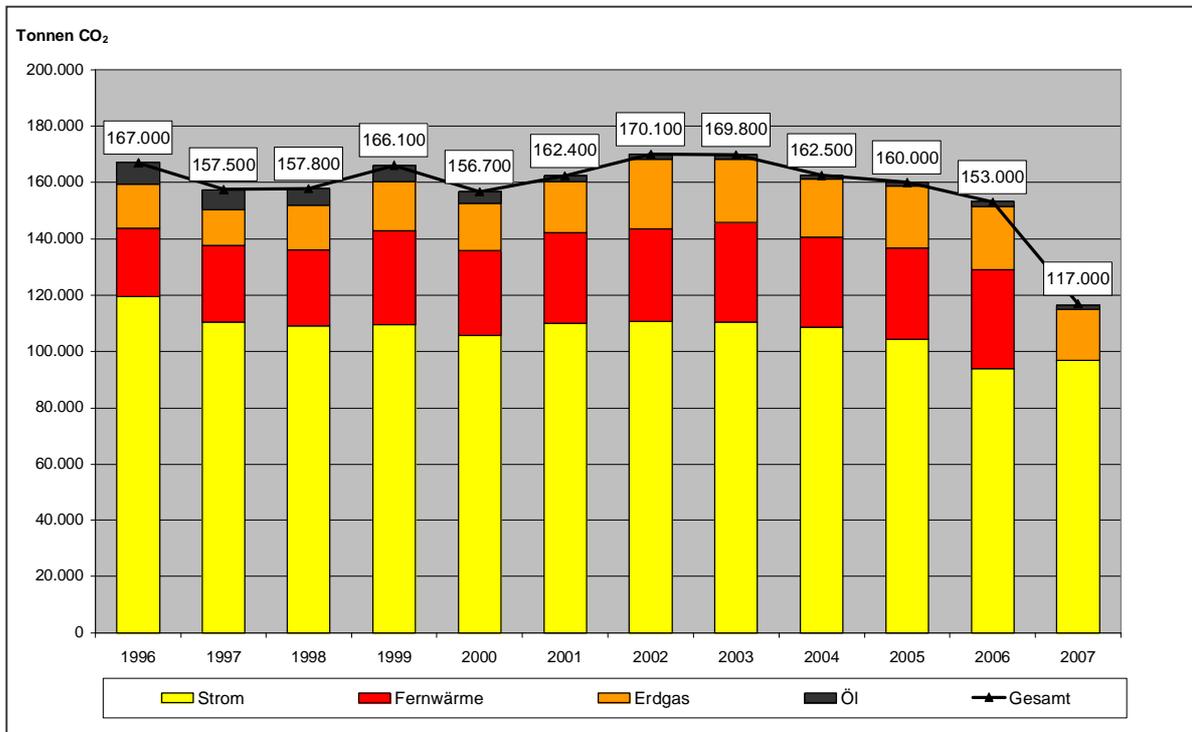


Diagramm 8: Entwicklung CO<sub>2</sub>-Emissionen aller städtischen Dienststellen und Eigenbetriebe

Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der städtischen Gebäude sinken seit 2002 stetig. Im Jahr 2007 gibt es einen sprunghaften Abfall der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Heizkraftwerk der N-ERGIE von Kohle auf Erdgas umgestellt wurde und der CO<sub>2</sub>-Faktor der Fernwärme laut Zertifikat des Energieversorgers ab 2007 mit 0,0 kg/kWh angesetzt werden kann. Der Vergleich der vorliegenden Daten ergibt eine Reduzierung von ca. 170.000 t im Jahr 2002 auf ca. 117.000 t im Jahr 2007, das entspricht einer Reduzierung um etwa 32 %.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden weiter deutlich sinken, da die Stadt Nürnberg seit 2008 CO<sub>2</sub>-neutralen Ökostrom aus Wasserkraft bezieht.

## 3.4 Preisentwicklung

### 3.4.1 Wärmepreis

Zur Ermittlung des durchschnittlichen Wärmepreises wird ein städtisches Mustergebäude definiert. Hierfür werden die Brutto-Energiepreise in Ct/kWh im nachfolgenden Diagramm abgebildet.

Es werden folgende Abnahmeverhältnisse zugrunde gelegt:

- Kommunales Gebäude mit einer Energiebezugsfläche von 7.000 m<sup>2</sup>
- Anschlussleistung 700 kW
- Jahresheizenergieverbrauch 1.050.000 kWh
- Bei Erdgas sind die Preise auf den Heizwert bezogen
- Bei Fernwärme wird eine Temperaturspreizung von  $\Delta t = 50$  K angenommen
- Bei Heizöl sind die Preise für 30.000 Liter-Partien eingesetzt

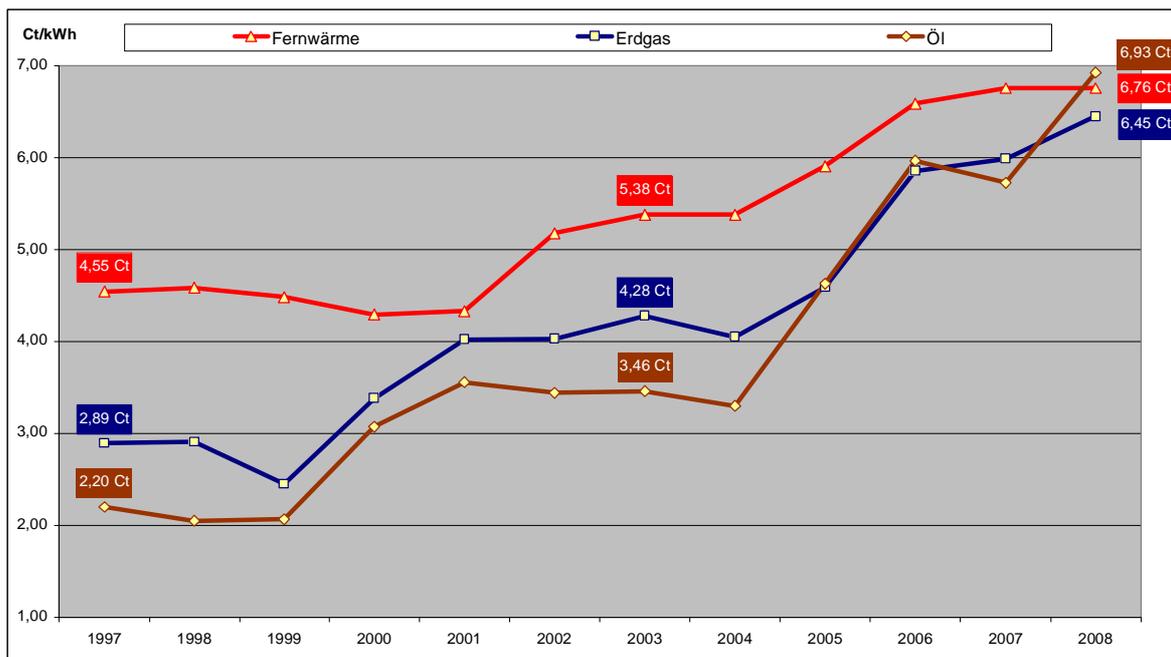


Diagramm 9: Wärmepreisentwicklung nach Energieträgern

Auffallend ist, dass sich die Durchschnittspreise der einzelnen Energieträger in den letzten Jahren immer mehr annähern. So ist die große Preisdifferenz von 2,08 Ct/kWh zwischen Heizöl und Fernwärme im Jahr 2004 fast komplett eliminiert und die Energieträger sind annähernd gleich teuer.

Die größte Teuerungsrate seit der letzten Fortschreibung 2006 ist beim Öl zu verzeichnen. Der Ölpreis stieg von 5,97 Ct/kWh im Jahr 2006 auf 6,93 Ct/kWh im Jahr 2008 (Steigerung ca. 16,1 %).

Im Durchschnitt erhöhten sich die Wärmebezugspreise von 6,14 Ct/kWh auf 6,71 Ct/kWh (2008). Das entspricht einem Anstieg zum Jahr 2006 um ca. 9,3 %. Der Fernwärmepreis ist seit drei Jahren konstant geblieben. Hier gab es lediglich die Erhöhung um 3 % aufgrund der Mehrwertsteuererhöhung zum Jahr 2007.

### 3.4.2 Strompreis Netzebene 7

Aufgrund der Liberalisierung des Strommarktes werden seit dem 01.01.2001 für die städtischen Verbrauchsstellen zwischen dem Finanzreferat der Stadt Nürnberg und dem Nürnberger Energieversorgungsunternehmen (N-ERGIE) die Strombezugspreise verhandelt und der Marktentwicklung angepasst. Mit der ersten Vertragsanpassung ab dem 01.01.2002 wurden den bisherigen Tariftypen, Netzebenen zugeordnet. Im folgenden Diagramm wird beispielhaft die Strompreisentwicklung anhand des Tarifes 427 bzw. der Netzebene 7 erläutert, da die überwiegende Anzahl der städtischen Liegenschaften in dieser Netzebene abgerechnet wird.

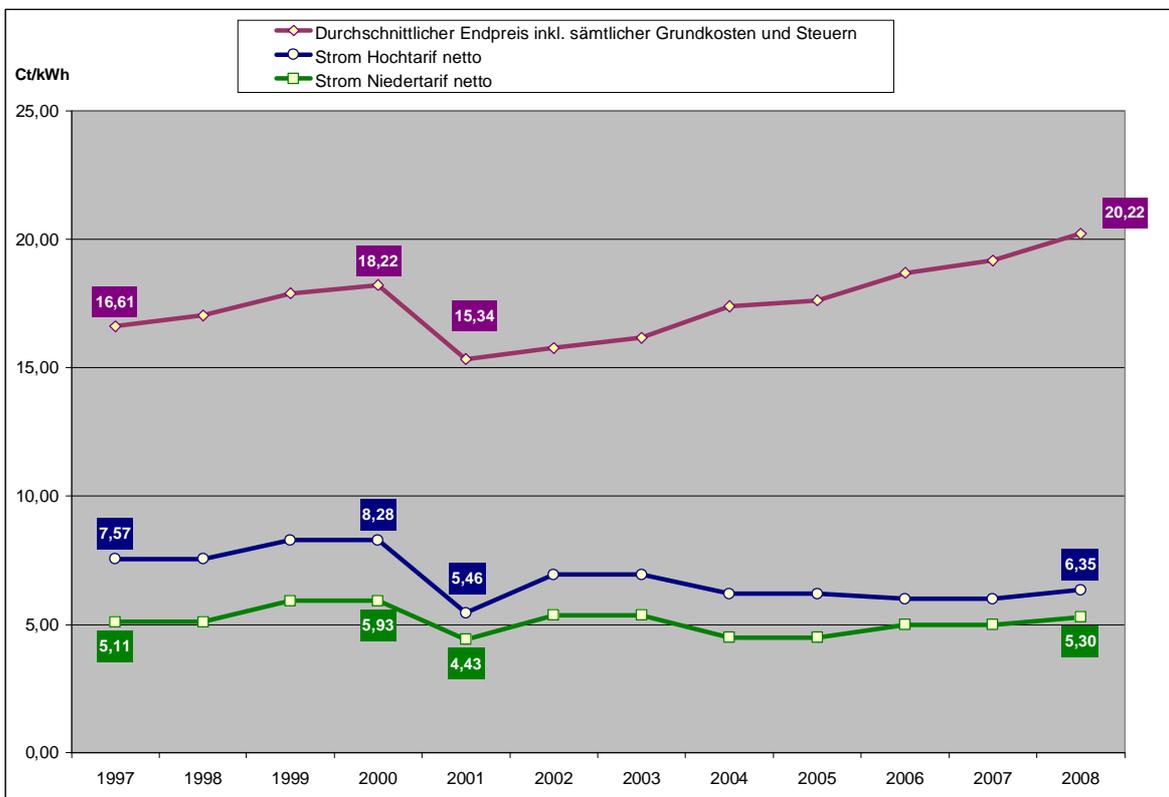


Diagramm 10: Strompreisentwicklung - Netzebene 7

Der durchschnittliche Endpreis bei Strom stieg von 18,69 Ct/kWh im Jahr 2006 auf 20,22 Ct/kWh im Jahr 2008 (Steigerung ca. 8,2 %).

### 3.4.3 Wasserpreis und Abwassergebühr

Ein Kubikmeter Wasser belastet den städtischen Haushalt einschließlich Abwassergebühr und Mehrwertsteuer gegenwärtig mit ca. 3,61 EUR. Das folgende Diagramm veranschaulicht die Entwicklung des Brutto-Preises für Frischwasser und der Gebühr für Abwasser.

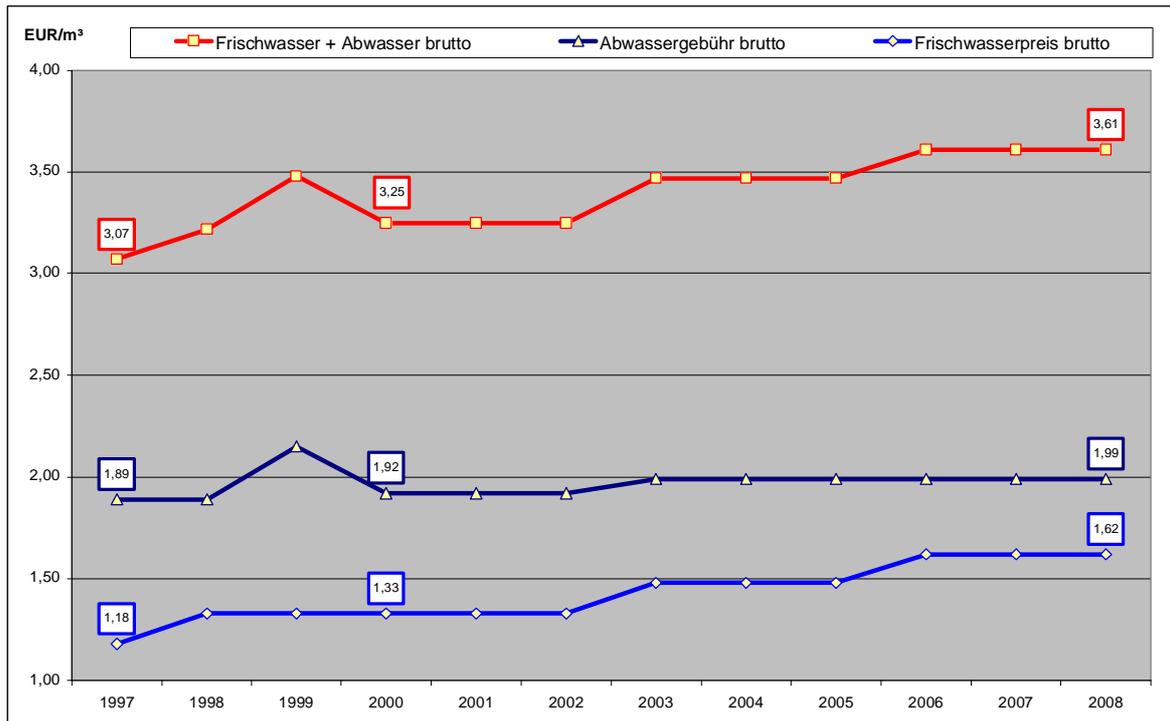


Diagramm 11: Wasser und Abwasserpreise

Seit der letzten Fortschreibung 2006 gab es weder bei Frischwasser noch beim Abwasser Gebührenerhöhungen. Da Trinkwasser mit einem ermäßigten Steuersatz von 7 % belegt ist, blieb auch die Mehrwertsteuererhöhung 2007 ohne Auswirkung.

Zu den angegebenen Preisen müssen noch Grund- und Zählergebühren dazugerechnet werden.

Im Bereich Abwassergebühren sind zusätzlich Kosten für Niederschlagswasser bei versiegelten Flächen von 0,51 EUR pro Quadratmeter hinzuzurechnen.

### 3.5 Bundesweiter Energiepreisvergleich

Durch die Initiative des Arbeitskreises "Energieeinsparung" des Deutschen Städtetages werden seit 1984 jährlich die Energiepreise von ca. 20 großen Städten verglichen, bewertet und anonymisiert veröffentlicht.

Als Richtwert wurde die Abnahmestruktur eines klassischen Verwaltungsgebäudes gewählt. Die Parameter für die Raumwärme sind identisch mit denen in Kapitel 3.4.1 beschriebenen. Beim Strom wird ein Verbrauch mit 140.000 kWh/a zugrunde gelegt. Der Anschlusswert beim Strom beträgt 100 kW. Bei Wasser wird eine Liegenschaft mit einem Jahresverbrauch von 500 m<sup>3</sup> inkl. sämtlicher Grund- und Zählergebühren sowie einer versiegelten Fläche von 1.000 m<sup>2</sup> berechnet.

Die in den nachfolgenden Diagrammen querschraffierten Balken beziehen sich auf die Werte von Nürnberg. Die querliegende Linie stellt den Mittelwert über alle Kommunen im Jahr 2007 dar.

#### Strompreisvergleich

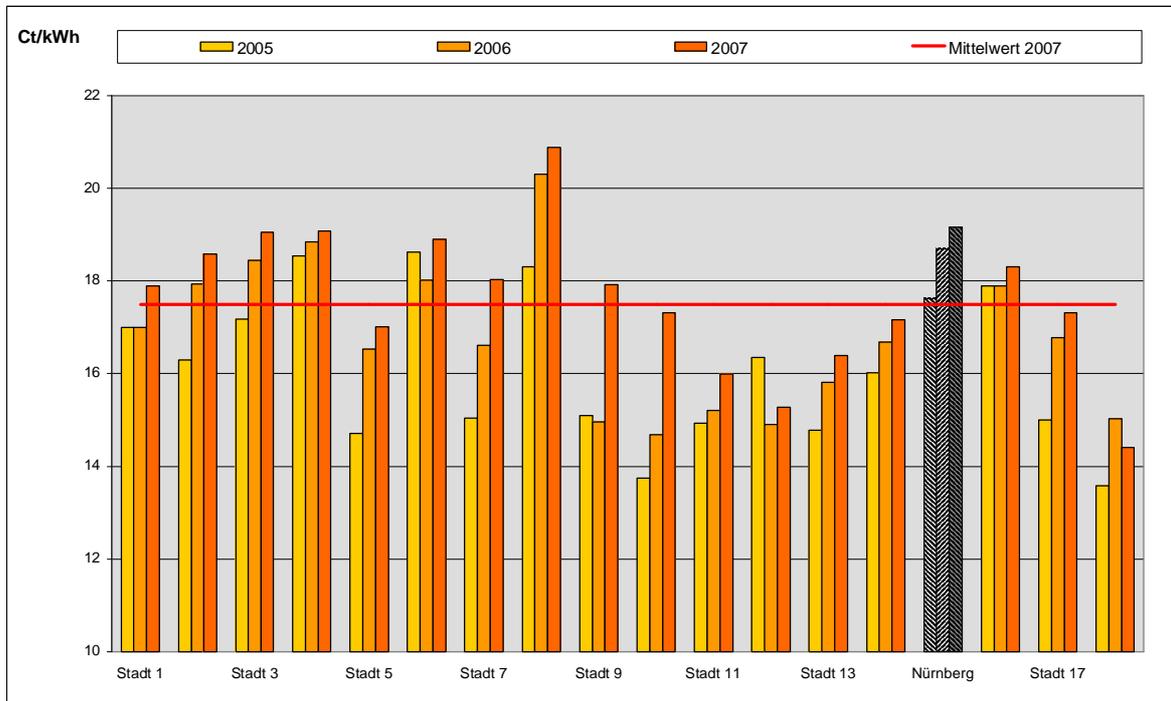


Diagramm 12: Strompreisvergleich des Deutschen Städtetages für 18 Kommunen

Aus dem Diagramm wird ersichtlich, dass der Strompreis in Nürnberg im Vergleich zu anderen Städten relativ hoch angesiedelt ist.

In der Auswertung des Deutschen Städtetages lag er im Jahr 2007 um 9,6 % über dem Mittelwert aller beteiligten Kommunen.

## Erdgaspreisvergleich

Der Gaspreis orientiert sich am Ölpreis. Er richtet sich nach dem Angebot und der Nachfrage auf dem Weltmarkt und unterliegt stärkeren regionalen Schwankungen als der Strompreis.

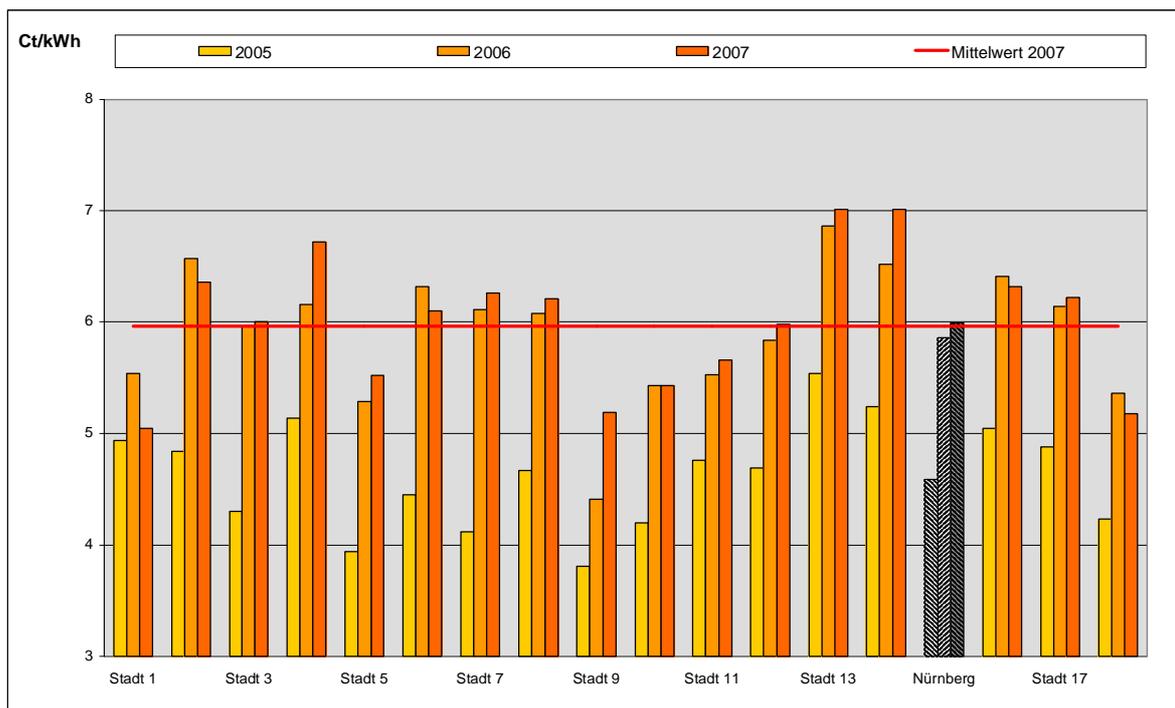


Diagramm 13: Erdgaspreisvergleich des Deutschen Städtetages für 18 Kommunen

Aus dem Diagramm wird ersichtlich, dass der Gaspreis in Nürnberg im Vergleich zu anderen Städten ziemlich genau dem Mittelwert entspricht. In der Auswertung des Deutschen Städtetages lag er im Jahr 2007 um 0,5 % über dem Mittelwert aller beteiligten Kommunen.

## Fernwärmepreisvergleich

Ein einheitlicher bundesweiter Vergleich der Fernwärmepreise wird aufgrund des unterschiedlichen Energie-Mixes der einzelnen Kommunen nicht durchgeführt.

## Heizölpreisvergleich

Da die Ölpreise von den Fördermengen und dem Angebot auf dem Weltmarkt abhängen, ist im gesamten Bundesgebiet die Tendenz der Preisentwicklung gleich. Auf eine graphische Darstellung und eine Erläuterung wird deshalb verzichtet.

## Wasserpreisvergleich

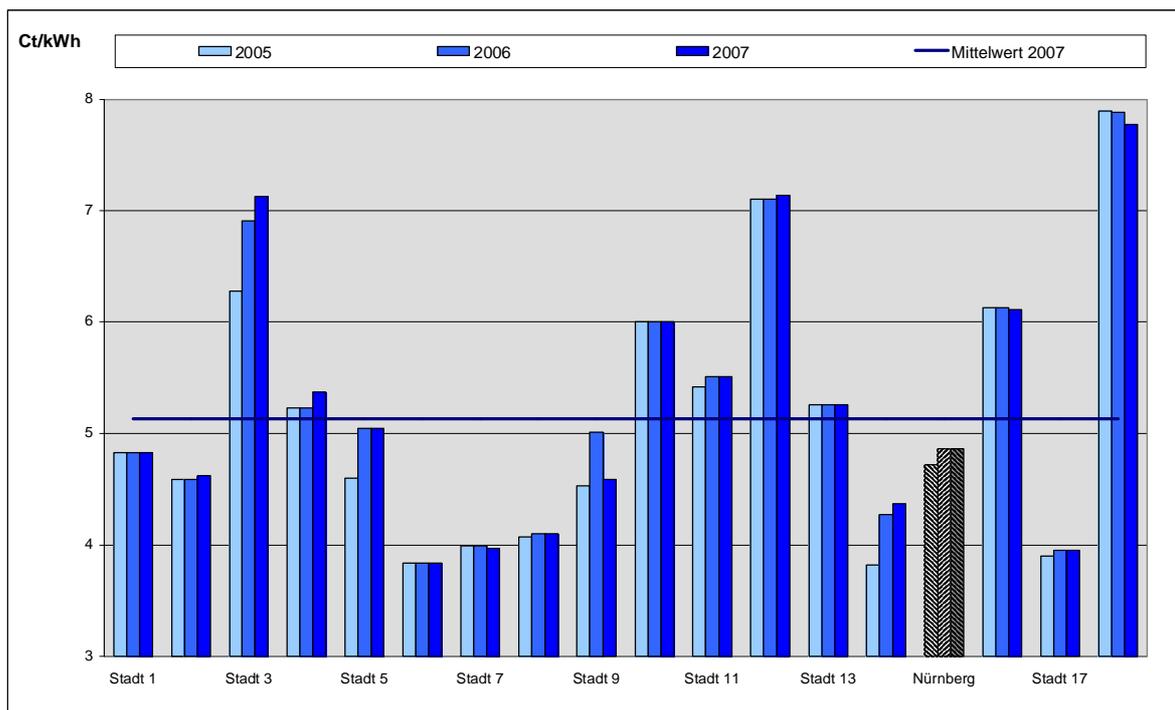


Diagramm 14: Wasserpreisvergleich des Deutschen Städtetages für 18 Kommunen

Es ist erkennbar, dass der Wasserpreis in den letzten Jahren nahezu konstant blieb. Aus dem Diagramm wird ersichtlich, dass der Wasserpreis in Nürnberg im Vergleich zu anderen Städten eher niedrig ist. In der Auswertung des Deutschen Städtetages lag er im Jahr 2007 um 8,0 % unter dem Mittelwert aller beteiligten Kommunen.

## 4. Wirtschaftlichkeit des KEM

### 4.1 Das Abrechnungssystem

Das mit Stadtratsbeschluss vom 15.10.2002 eingeführte Abrechnungs- und Bilanzierungsverfahren hat sich bewährt. Seit dem 01.01.2003 sind die Kosten für Energie und Wasser nicht mehr im Budget der Dienststellen enthalten, sondern werden zentral verwaltet. Zugleich wird das KEM damit aus dem Gesamthaushalt finanziert. Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens ist ein reduzierter Verwaltungsaufwand. Dem KEM steht deshalb mehr Personalkapazität für die eigentliche Kernaufgabe Energieeinsparung zur Verfügung.

### 4.2 Energie- und Wasserkosteneinsparung

Durch Aktivitäten des KEM und der städtischen Dienststellen (inkl. Eigenbetriebe, ohne Klinikum) konnten im Abrechnungszeitraum 2007 die Verbräuche für Heizung, Strom, Wasser und Abwasser im Gegenwert von **1.606.244 EUR** (ohne Tarifumstellungen) reduziert werden. Die aktuellen Verbräuche und Kosten sind jeweils auf den Durchschnitt der Jahre 1996 – 1998 bezogen und hinsichtlich der Einflussfaktoren Witterung, Nutzungsänderungen und Energiepreise bereinigt. Es handelt sich hierbei um die positiven Einsparungen. Eventuelle Mehrkosten in anderen Energiesparten bzw. Wasser sind nicht gegengerechnet.

Zur Erklärung des Begriffes der positiven Einsparungen hier ein Beispiel:

Ein heißer Sommer führt in einer Liegenschaft zu einem Mehrverbrauch im Bereich Wasser. Zeitgleich wurde vom KEM die Heizungsanlage in dem Gebäude optimiert, was zu deutlichen Einsparungen im Bereich Wärme führt. In diesem Beispiel wird die Einsparung im Heizungsbereich als positive Einsparung ausgewiesen und der Mehrverbrauch an Wasser nicht gegengerechnet.

In der folgenden Tabelle 1 werden die Einsparungen untergliedert nach Dienststellen aufgeführt, die für eine Hausverwaltung von städtischen Liegenschaften verantwortlich sind:

Städtische Dienststellen		Einsparung in EUR
Av	Stadtarchiv	6.076
BA/N	Bürgeramt Nord	18.040
BA/O	Bürgeramt Ost	25.620
BA/S	Bürgeramt Süd	34.030
BgA	Bürgermeisteramt	177
BZ	Bildungszentrum	9.841
Frh	Friedhofsverwaltung	31.652
FW	Feuerwehr	28.424
GBA	Gartenbauamt	13.586
Gh	Gesundheitsamt	244
H	Hochbauamt	13.274
J	Jugendamt	80.117
KuF	Amt für Kultur und Freizeit	21.113
KuKuQ	KunstKulturQuartier	4.461
KuM	Museen der Stadt Nürnberg	32.500
LA	Liegenschaftsamt	117.452
ML	Marktamt und Landwirtschaftsbehörde	5.089
OA	Ordnungsamt	12.941
3.BM	3. Bürgermeister – Geschäftsbereich Schule	3.096
3.BM/SchG	3. Bürgermeister – Bereich Gymnasien u. Realschulen	176.829
SchB	Amt für Berufliche Schulen	184.664
SchV	Amt für Volksschulen und Förderschulen	305.254
Ref. IV/MSH	Meistersingerhalle	12.019
SHA	Sozialamt	40.536
SpS	SportService Nürnberg	18.547
StA	Amt für Stadtforschung und Statistik	3.359
StB	Stadtbibliothek	18.814
T	Tiefbauamt	23.491
Tg	Tiergarten	45.836
WS	Amt für Wohnen und Stadterneuerung	4.721
ZD	Zentrale Dienste	38.628
<b>Summe</b>		<b>1.330.431</b>
<b>Eigenbetriebe</b>		
ASN	Abfallwirtschaft und Stadtreinigungsbetrieb	56.299
NüBad	NürnbergBad	112.004
NüSt	NürnbergStift	107.510
<b>Summe</b>		<b>275.813</b>
<b>Gesamteinsparung</b> (städt. Dienststellen und Eigenbetriebe)		<b>1.606.244</b>

Tabelle 1: Gesamteinsparung nach hausverwaltenden Dienststellen im Abrechnungszeitraum 2007

Verglichen mit dem Vorjahr erhöhte sich die Einsparsumme, bezogen auf die aktuellen Energiekosten, um etwa 5,2 %. Neben der erfolgreichen Arbeit des KEM ist diese Steigerung auch teilweise auf die gestiegenen Energiekosten zurückzuführen.

Im Jahr 2007 kam es zu einer Preissteigerung von 2,3 % im Bereich Gas, von 3,0 % bei Fernwärme, von 15,0 % bei Heizöl und von 3,0 % bei Strom, während der Wasser- und Abwasserpreis konstant geblieben ist.

Hierin eingerechnet ist bereits die Mehrwertsteuererhöhung im Jahr 2007. Umgerechnet auf die gesamten Energie- und Wasserkosten ergibt sich damit eine prozentuale Preissteigerung von ca. 2,9 %. Das bedeutet, dass die effektive Einsparsumme durch die Aktivitäten des KEM um ca. 2,3 % gesteigert werden konnte.

Neben den direkt bilanzierbaren Energiekosteneinsparungen werden vom KEM noch eine Vielzahl weiterer Aktivitäten durchgeführt, welche einen überaus positiven Einfluss auf Verbräuche und damit Kosten haben, jedoch nicht „**direkt bilanzierbar**“ sind. Diese sind derzeit:

- Energieberatung, energetische Projektentwicklung bei Neubau und Sanierung, Energiestudien und Sanierungskonzepte (siehe 4.4, 6.1.1, 6.2.5),
- Vermeidung von Mehrkosten durch Energiecontrolling (siehe 6.2.1),
- Mitwirkung bei den Strompreisverhandlungen (siehe 6.2.7),
- Contracting (siehe 6.2.8),
- Durchführung von Lern- und Demonstrationsprojekten (siehe 6.1.4) und
- Erstellung von energetischen Standards und Qualitätssicherung durch Monitoring siehe 6.1.2 und 6.1.3).

### 4.3 Umstellung von Energietarifen

Im Jahr 2006 und 2007 wurden durch das KEM bei acht weiteren Gebäuden die Fernwärmeanschlussleistungen reduziert. Damit konnten bei bisher 46 Liegenschaften Leistungsreduzierungen realisiert werden. Dies führte zu direkten Kostenreduzierungen von **244.391 EUR** im Jahr 2007 [siehe Anlage 2].

Zusätzlich wurde bei 39 Liegenschaften der Wassertarif umgestellt, wodurch eine Einsparung von **18.478 EUR** im Jahr 2007 erzielt wurde.

Außerdem führte die Berücksichtigung abzugsfähiger Wassermengen durch die Verdunstung des Beckenwassers bei der Abwassergebührenberechnung im Bereich NüBad im Jahr 2007 zu Kosteneinsparungen von **18.513 EUR**.

Umstellung von Energietarifen	in EUR
Reduzierungen der Anschlussleistungen Fernwärme	<b>244.391</b>
Umstellung der Wassertarife	<b>18.478</b>
Abzugsfähige Wassermengen bei NüBad	<b>18.513</b>
<b>Summe</b>	<b>281.382</b>

Tabelle 2: Gesamteinsparung der Tarifumstellungen im Abrechnungszeitraum 2007

Seit dem Jahr 2001 werden vom KEM systematisch die Energietarife analysiert und optimiert. Insgesamt konnte hier eine Gesamtsumme von ca. **1.350.000 EUR** eingespart werden. Weitere Reduzierungsmöglichkeiten werden regelmäßig geprüft.

#### 4.4 Energieberatung

Das KEM verfolgt neben einem gebäudebezogenen Energiemanagement auch einen ganzheitlichen Ansatz. Ziel in diesem Zusammenhang ist, einen wirksamen und nachhaltigen Einfluss auf die Planung und Ausführung von Neubauplanungen und Bestandssanierungen hinsichtlich einer energetischen Optimierung zu nehmen. Die Mitarbeit erstreckte sich auf alle Neubauprojekte, wie Südstadtforum Qualifizierung und Kultur (*südpunkt*), Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium (beide Projekte im Passivhausstandard), Ganztagesbetreuungen und Kindertagesstätten, Turnhalle Röthenbach, Lagune/Manatihaus sowie auf die größeren Sanierungsprojekte, wie Luitpoldhaus, Kindertagesstätte Reutersbrunnenstraße, Heilig-Geist-Haus, Merianschule, Schauspielhaus, NürnbergStift Sparkassenhaus, Westfriedhof Erdbestattung, Fränkische Galerie, Maxtormauerturm. Alle in der Baupauschale geplanten energetisch relevanten Maßnahmen wurden ebenfalls untersucht und in Kooperation mit den Bereichen Hochbau und Technik jeweils die sinnvollen bzw. auch zur Schadensvermeidung erforderlichen wärmeschutztechnischen Verbesserungsmaßnahmen integriert.

Die durch die Beratungen, Einflussnahme bzw. Planungsbeteiligungen erzielten Einspareffekte bezüglich der Heizenergieverbräuche lassen sich nur schwer quantitativ beziffern.

Eine interne Abschätzung geht von einem Einspareffekt von ca. 20 % für die städtischen Neubauprojekte aus. Dies führt für die im Abrechnungszeitraum (2007) bearbeiteten Projekte zu etwa 1.240 MWh/Jahr (dies entspricht einer Einsparsumme von ca. 74.000 EUR/Jahr) zusätzlich eingesparter Heizenergie.

Für Bestandssanierungen kann von einem zusätzlichen beratungsrelevanten Einsparvolumen von ca. 10 % gegenüber der konventionellen Sanierung ausgegangen werden. Dies entspricht einem Volumen von etwa 300 MWh/Jahr (entsprechend einer Einsparsumme von ca. 18.000 EUR/Jahr) vermiedener, also zusätzlich eingesparter Heizenergie. Auch Erfahrungen anderer Kommunen wie beispielsweise München bestätigen die angenommenen Werte.

## 4.5 Erschließung von Fördermitteln

Im Abrechnungszeitraum 2006/2007 wurden folgende Projekte finanziell gefördert:

Objekt	Dienststelle	Adresse	Fördermittelgeber	Förderung
Museum Industriekultur	KuM	Äußere Sulzbacher Straße 60	CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm (N-ERGIE)	20.000 EUR für Holzpelletsanl.
Feuerwache 2	FW 2	Veilhofstraße 30	Bundesamt f. Wirtschaft u. Ausfuhrkontr. (BAFA)	874 EUR für Solaranlage
Stadtbibliothek (Luitpoldhaus)	StB	Gewerbemuseumsplatz 4	Bay. Staatsministerium für Wirtschaft	25.000 EUR für Energiekonzept
Südstadtforum (südpunkt)	BZ / KUF	Pillenreuther Straße 147/149	Deutsche Bundesstiftung Umwelt	125.000 EUR für Passivhaus
Neues Gymn. Nürnberg	3.BM/ SchG	Weddigenstraße 20	CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm (N-ERGIE)	15.000 EUR für Passivhaus
Kongress der	Sonstig	kommunalen Energiebeauftragten	Verschiedene Sponsoren	27.650 EUR für Kongress
Kinder- und Jugendhaus	J	Oedenberger Straße 135	Bundesamt f. Wirtschaft u. Ausfuhrkontr. (BAFA)	840 EUR für Holzpelletsanl.
Kindertagesstätte	J	Reutersbrunnensstraße 40	Deutsche Bundesstiftung Umwelt	124.909 EUR für Sanierung
Stadtbibliothek-Luitpoldhaus	StB	Gewerbemuseumsplatz 4	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie - EnSan	743.586 EUR für Sanierung
Sparkassenhaus	NüSt	Veilhofstraße 34	Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)	320.000 EUR für Sanierung
Merianschule	SchV	Merianstraße 1	CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm (N-ERGIE)	20.000 EUR für Sanierung
Kindertagesstätte	J	Reutersbrunnensstraße 40	CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm (N-ERGIE)	10.000 EUR für Sanierung
Betriebshof	Tg	Am Tiergarten 30	CO <sub>2</sub> -Minderungsprogramm (N-ERGIE)	19.000 EUR für Holzheizung

Tabelle 3: Übersicht der geförderten Maßnahmen 2006/2007

Bei allen größeren Fördersummen verteilt sich der Mittelabruf über mehrere Jahre. Die Verteilung der eingeworbenen Fördermittel auf die einzelnen Jahre ist nachfolgender Tabelle zu entnehmen:

Fördermittel mit Bewilligungsbescheid	2005 [EUR]	2006 [EUR]	2007 [EUR]	2008 [EUR]	2009 [EUR]	2010 [EUR]	2011 [EUR]	2012 [EUR]	Summe
Südstadtforum ( <i>südpunkt</i> )	22.600		15.000	110.000					147.600
Berufsschule B4/14	5.750								5.750
Museum Industriekultur		20.000							20.000
Feuerwache 2		874							874
Kinder- und Jugendhaus Saalfelder Straße		840							840
Passivhaus NGN		15.000							15.000
Kita Reutersbrunnenstraße				50.000	70.000	4.909			124.909
StB – Luitpoldhaus			73.680	125.000	200.000	100.000	43.586	226.320	768.586
Merianschule			20.000						20.000
Kita Reutersbrunnenstraße				10.000					10.000
NüSt, Sparkassenhaus					32.000	32.000	32.000	32.000	128.000
Tiergarten, Betriebshof				79.000					79.000
Heilig-Geist-Haus				60.000					60.000
<b>Summe Fördermittel mit Bewilligungsbescheid</b>	<b>28.350</b>	<b>36.714</b>	<b>108.680</b>	<b>434.000</b>	<b>302.000</b>	<b>136.909</b>	<b>75.586</b>	<b>258.320</b>	<b>1.380.559</b>

Tabelle 4: Haushaltswirksamkeit der Fördermittel von 2005 bis 2012

Im Kalenderjahr 2008 wurden bereits weitere Fördermittel für städtische Projekte beantragt. Diese sind in der Tabelle 4 noch nicht enthalten, da entsprechende Bescheide noch nicht vorliegen.

## 4.6 Ausgaben

Die Ausgaben des KEM setzen sich aus den Durchschnittspersonalkosten zuzüglich Sachkosten, kalkulatorischer Kosten sowie Umlagekosten zusammen und betragen **554.300 EUR** für das Jahr 2007.

## 4.7 Bilanz

Als Gesamteinnahmen werden die Energie- und Wasserkosteneinsparungen, zuzüglich der Kosteneinsparungen durch Tarifumstellungen angesetzt. Demgegenüber stehen die Personal- und Sachkosten im gleichen Betrachtungszeitraum.

Energie- und Wasserkosteneinsparungen	1.606.244 EUR
Einsparungen durch Tarifumstellungen	281.382 EUR
Summe der Einsparungen	1.887.626 EUR
Personal- und Sachkosten	- 554.300 EUR
<b>Überschuss</b>	<b>1.333.326 EUR</b>

Tabelle 5: Bilanz des KEM im Abrechnungszeitraum 2007

Zusätzliche Energieeinsparungen durch Energieberatungen bei Sanierung und Neubau in Höhe von ca. 92.000 EUR sowie die Erschließung von Fördermitteln in Höhe von ca. 145.000 EUR (für die Jahre 2006 und 2007) sind in der Bilanzierung nicht enthalten.

Wirtschaftliches Ziel des KEM ist es, dass die Kosteneinsparungen mindestens doppelt so hoch wie die Gesamtausgaben sind. Dieses Ziel wurde in diesem Jahr wieder deutlich übertroffen.

## 4.8 Trendbetrachtung zur Wirtschaftlichkeit

Um die Wirtschaftlichkeit des KEM noch besser beurteilen zu können ist es sinnvoll, die Entwicklung der Einsparungen, der Personalkosten und der daraus resultierenden Überschüsse seit dem Jahr 1998 zu betrachten:

	Kosteneinsparung in [EUR]	Personalkosten in [EUR]	Überschuss in [EUR]
1998	486.000	159.000	327.000
1999	654.000	248.000	406.000
2000	1.004.000	342.000	662.000
2001	1.049.000	444.000	605.000
2002	1.054.000	450.000	604.000
2003	1.284.000	491.000	793.000
2004	1.466.716	435.369	1.031.347
2005	1.584.734	473.970	1.110.764
2006	1.776.398	540.650	1.235.748
2007	1.887.626	554.300	1.333.326

Tabelle 6: Entwicklung der Einsparungen, Personalkosten und Überschüsse des KEM

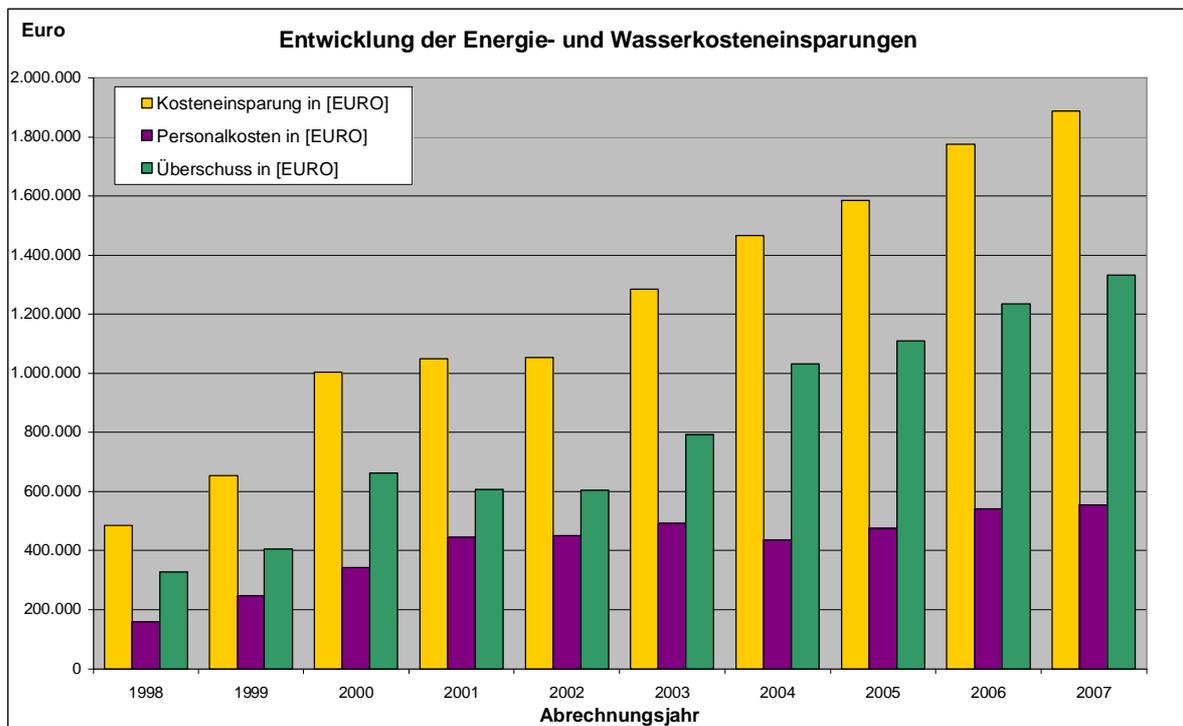


Diagramm 15: Grafische Darstellung der Einsparungen, Personalkosten und Überschüsse des KEM

Es ist erkennbar, dass seit dem Jahr 2003 ein deutlicher und kontinuierlicher Anstieg der Einsparungen und des Überschusses erzielt wurde. Einen Teil tragen hierzu die vom KEM durchgeführten Tarifumstellungen bei. Diese führen zu signifikanten, direkten und vor allem nachhaltigen Einsparungen für die Stadt Nürnberg. Im Jahr 2007 konnten pro eingesetztem EUR für die Personalkosten Einsparungen in Höhe von 3,40 EUR erzielt werden.

## 5. „Energieeinsparungsprogramm“ im Mittelfristigen Investitionsplan (MIP)

Im Mittelfristigen Investitionsplan der Stadt Nürnberg (MIP) waren für 2006 und 2007 unter dem Titel „Energieeinsparungsprogramm“ jeweils 500.000 EUR veranschlagt.

Die Verwendung dieser Gelder wird vom KEM geplant und federführend vom Hochbauamt/Bereich Technik verwaltet und umgesetzt. Kriterien zur Finanzierung von Maßnahmen aus dem Energieeinsparungsprogramm sind die Erfüllung gesetzlicher energierelevanter Auflagen, die Höhe des Einsparpotenzials und der Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Emissionsreduzierung sowie die Steigerung des Anteils regenerativer Energien. Die vorhandenen Gelder im Jahr 2006 wurden wie folgt eingesetzt:

Nr.	Adresse	Dienststelle	Maßnahme	Investitionen inkl. Honorar
1	Passivhaus <i>südpunkt</i> Pillenreuther Straße	BZ/KuF	Errichtung eines Erdwärmetauschers	93.000 EUR
2	Museum Industriekultur Äuß.-Sulzb.-Straße	KuM	Errichtung einer Holzpellets- Anlage	55.000 EUR
3	Feuerwache 2 Veilhofstraße	FW	Errichtung einer Solarthermieanlage	13.500 EUR
4	Sozialzentrum Imbuschstraße	J	Verbess. Wärmeschutz u. Fußboden- dämmung m. Vakuum-Isolierpaneelen	60.000 EUR
5	FÖZ Merianschule Merianstraße	SchV	Einsatz von Phase Change Material (PCM)	45.000 EUR
6	Volksschule Heroldsberger Weg	SchV	Dämmung oberste Geschossdecke	35.000 EUR
7	Volksschule Herschelplatz	SchV	Dämmung oberste Geschossdecke	35.000 EUR
8	Peter Vischer Gymnasium Bielingplatz	3.BM/ SchG	Dämmung oberste Geschossdecke	75.000 EUR
9	Volksschule Hopfengartenweg	SchV	Dämmung oberste Geschossdecke	35.000 EUR
10	Gemeinschaftshaus LW Stadtbibliothek	KuM/ StB	Erneuerung der Leuchtmittel mit T5- Lampen	3.500 EUR
11	Geschw. Scholl Realsch. Muggenhofer Straße	3.BM/ SchG	Wärmedämmung der Fassaden	25.000 EUR
12	FÖZ Merianschule Merianstraße	SchV	Verbesserter Wärmeschutz für den Altbau	25.000 EUR

Tabelle 7: Investitionen aus dem MIP – Ansatz 2006

Für das Kalenderjahr 2007 waren unter dem Titel „Energieeinsparungsprogramm“ ebenfalls 500.000 EUR veranschlagt und wurden wie folgt eingesetzt:

Nr.	Adresse	Dienststelle	Maßnahme	Investitionen inkl. Honorar
1	Passivhaus <i>südpunkt</i> Pillenreuther Straße	BZ/KuF	Errichtung eines Erdwärmetauschers	7.000 EUR
2	Neues Gymn. Nürnberg Weddigenstraße	3.BM/ SchG	Passivhauskomponenten	120.000 EUR
3	3-fach Turnhalle Röthenb. San Carlos Straße	SchV	Solaranlage und optimierte Regelungstechnik für Lüftung	60.000 EUR
4	Neubau Melanchtongymn. Sulzbacher Straße	3.BM/ SchG	Wärmerückgewinnungsanlage Lüftung	4.000 EUR
5	Museum Industriekult. Äuß.-Sulzbacher.-Straße	KuM	Innendämmung Decke Schulmuseum	60.000 EUR
7	Neues Gymn. Nürnberg Weddigenstraße	3.BM/ SchG	Beleuchtungssanierung Aula energieeffiziente Regelung	7.000 EUR
8	FÖZ Merianschule Merianstraße	SchV	Verbesserter Wärmeschutz für den Altbau	50.000 EUR
9	Sportstätte Muggenhof Adolf-Braun-Straße	SpS	Brunnen zur Rasenbewässerung	17.100 EUR
10	Delfinarium 2 Am Tiergarten	Tg	Erneuerung Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	35.000 EUR
11	Tafelhalle Äuß.-Sulzbacher-Straße	KuF	Erneuerung Lüftungsanlage mit neuer Ventilatortechnik	35.900 EUR
12	Kapelle Hochschule f. Musik Veilhofstraße	HfM	Dämmung oberste Geschossdecke	15.000 EUR
13	Stadion Nebenplatz 1 Kurt-Leucht-Weg	SpS	Regenwassernutzung zur Rasenbewässerung	12.000 EUR
14	Meistersingerhalle Münchner Straße	MSH	Beleuchtungssanierung energieeffiziente Regelung	37.000 EUR
15	Winterstall Mittelbüg	Tg	Dämmung oberste Geschossdecke	15.000 EUR
16	Pavianstall Am Tiergarten	Tg	Einbau einer Wandheizung und Wärmepumpe	25.000 EUR

Tabelle 8: Investitionen aus dem MIP – Ansatz 2007

## **6. Handlungsfelder des KEM**

Das KEM ist in die Planungsabläufe beim Hochbauamt inzwischen fest integriert und hat seine Aufgabenschwerpunkte in den letzten Jahren deutlich erweitert. Es greift gezielt in die Planung und Ausführung von Neubauten und Bestands-sanierungen ein. Hierbei wird die energetische Projektentwicklung bei Sanierungs- und Neubauprojekten übernommen und somit die energetischen Lebenszyklus- und Folgekosten der städtischen Gebäude optimiert.

Im folgenden Abschnitt werden die wesentlichen Handlungsfelder des Kommunalen Energiemanagements (KEM) näher beschrieben.

### **6.1 Ganzheitliches Energiemanagement**

#### **6.1.1 Energetische Projektentwicklung von Sanierungs- und Neubauprojekten**

Energieberatungen und direkte Planungsbeteiligungen zu Detailfragen bauphysikalischer oder spezieller anlagentechnischer Probleme sind effiziente Methoden, einen wirksamen und nachhaltigen Einfluss auf die Planung und Ausführung von Neubauplanungen und Bestandssanierungen hinsichtlich einer energetischen Optimierung zu nehmen.

Bei wichtigen Neubau- und Sanierungsmaßnahmen lassen sich insbesondere im Rahmen direkter bauphysikalischer Planungsbeteiligungen oder Projektbegleitungen Optimierungen der wärmeschutztechnischen Eigenschaften der Außenbauteile, der Fensterflächenanteile sowie der Gebäudeorientierung und -kompaktheit sinnvoll und effizient umsetzen. Im Berichtszeitraum wurden für 25 Neubaumaßnahmen und für 38 Bestandssanierungen energetische Beratungen durchgeführt.

Einzelne, besonders herausragende, Projekte sind zusätzlich näher unter 6.3 beschrieben.

## 6.1.2 Erstellung und Überwachung von energetischen Standards

Im Bau- und Vergabeausschuss am 27.02.2007 wurden energetische Standards und detaillierte Planungsanweisungen zur Anwendung bei allen städtischen Neubau- und Sanierungsmaßnahmen beschlossen.

Die Vorgaben verlangen in jedem Fall ein energetisch besseres Bauen, als es die aktuelle Energieeinsparverordnung vorschreibt. Die detaillierten Planungsanweisungen beziehen sich auf die Bereiche Gebäudehülle, Heizung/Klima/Lüftung, Sanitär, Elektro sowie Mess-, Steuer- und Regelungstechnik. Mit Einführung dieser Standards wird eine qualitativ höhere Stufe an Energieeffizienz und Konsequenz erreicht.

Bei sich verändernden Rahmenbedingungen, wie der angekündigten Verschärfung der Energieeinsparverordnung 2009 und dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG), werden die energetischen Standards fortgeschrieben.

Die Einhaltung der energetischen Standards wird vom KEM bei den einzelnen Projekten kontrolliert bzw. werden die Planungsvorgaben direkt vom KEM gemacht. Zur Qualitätssicherung erfolgen Thermografieuntersuchungen und Luftdichtheitsmessungen nach dem Blower-Door-Verfahren, wodurch bauliche Schwachstellen in der Gebäudehülle erkannt werden.

## 6.1.3 Energetische Qualitätssicherung durch Monitoring

Bei Neubauten und energetisch relevanten Bestandsanierung sollen sich die Energieverbräuche im Betrieb auf dem prognostizierten niedrigen Niveau bewegen. Die Ursachen dafür, dass dies nicht immer so ist, sind vielgestaltig.

Zur nachhaltigen Energieeffizienz ist deshalb ein energetisches Monitoring, insbesondere für die eingebaute Anlagentechnik erforderlich. Dies erstreckt sich von der Erfassung und Bewertung der Verbräuche, über die Optimierung der Regelungseinstellungen bis zu notwendigen Eingriffen in die Anlagenkomponenten.

Derzeit ist KEM in der Lage, nur bei einigen ausgewählten, größeren Projekten dieses Monitoring durchzuführen.

Beispiele sind der Neubau der beiden Passivhäuser, Südstadtforum Qualifizierung und Kultur – südpunkt und Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium, die Generalsanierung der Kindertagesstätten Philipp-Koerber-Weg 2 und Adam-Klein-Straße 37a, der Einbau der Holzpelletsheizung im Museum Industriekultur, Anlagenerneuerung in der Sporthalle im Schulzentrum Süd-West und die Generalsanierung des Luitpoldhauses.

#### **6.1.4 Durchführung von Lern- und Demonstrationsprojekten**

Die Durchführung von Lern- und Demonstrationsprojekten ist für KEM ein wichtiges Arbeitsfeld, um neue Materialien und neue Technologien zu testen und für den breiten Einsatz bei städtischen Projekten vorzubereiten, das nötige Know-how zu Planern und Bauleitern zu bringen sowie darüber weitere Anwendungen zu initiieren. Herausragende Beispiele sind die Innendämmmaßnahmen, der Einbau von Vakuum-Dämm-Paneelen sowie Phase Change Material (PCM) bei verschiedenen Projekten, der Test und die Darstellung der Wirkung von Strahlungsschirmen bei Heizkörpern vor Verglasungen sowie der Einsatz von Wandlüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung; siehe auch Punkt 6.3.

Ein weites Feld nimmt in diesem Zusammenhang auch der Bau von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energie ein. Dies betrifft konkret Solarthermieanlagen, Fotovoltaikanlagen, Holzpelletsheizungen und Wärmepumpenanlagen; siehe auch Punkt 6.4.

#### **6.1.5 Einwerben von Fördergeldern**

Ein Energiemanagement sollte auch externe Mittel akquirieren. Die Nutzung aller gängigen Förderprogramme beim Einsatz erneuerbarer Energien ist dabei das von KEM umgesetzte Pflichtprogramm. In den letzten beiden Jahren ist es zusätzlich gelungen, andere Förderprogramme für städtische Projekte nutzbar zu machen.

Dabei handelt es sich um Pilotprojekte, teilweise auch in Verbindung mit Forschungsvorhaben. Solche Projekte nutzen mehrfach: Zum einen kann man durch die Kooperation mit Forschungsinstituten, Fachhochschulen oder Universitäten inhaltlich lernen, zum anderen können manche Projekte als Forschungsprojekt auch finanziell unterstützt werden. Detaillierte Angaben zu den Projekten und eingeworbenen Fördermitteln enthält Punkt 4.5.

## 6.1.6 Verwaltungsinterne Schulungen zu Energiethemen

Im Rahmen mehrerer Seminarveranstaltungen erläuterte das KEM für die im Hochbauamt tätigen Planer und Bauleiter der Bereiche Hochbau und Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik sowie für die Mitarbeiter der betroffenen städtischen Dienststellen die Systematik, Neuerungen und Anforderungen der am 01.10.2007 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung. An vier Terminen nahmen dabei 150 Mitarbeiter teil.

Im Sommer 2006 fand eine verwaltungsinterne Schulung zum Thema „Hygienische sowie energieeffiziente Warmwasserbereitung“ in der Aula des Baumeisterhauses statt. Hierzu konnte ein Spezialist der Stadt Heidelberg als Referent gewonnen werden. Insgesamt waren hier 57 Teilnehmer aus verschiedenen Bereichen der Stadtverwaltung anwesend.

## 6.2 Gebäudebezogenes Energiemanagement

### 6.2.1 Verbrauchscontrolling

Hierbei wird der Energieverbrauch von Gebäuden überwacht, bewertet und steuernd beeinflusst. Gebäude mit hohem Verbrauch werden herausgefiltert und technische Fehler zeitnah erkannt. Das Einsparpotenzial durch fortlaufendes Verbrauchs- bzw. Energiecontrolling wird auch von einschlägigen Fachkreisen, wie z.B. dem Deutschen Städtetag, mit mindestens 5 % der Energiekosten angegeben; ohne Controlling würde der Energieverbrauch der Liegenschaften deutlich ansteigen.

#### Manuelles Energiecontrolling

Derzeit werden 244 Liegenschaften von 1.300 städtischen Gebäuden mithilfe des manuellen Energiecontrollings regelmäßig überwacht. In jeder Liegenschaft sind mindestens drei Energie- und Wasserzähler vorhanden.

Regelmäßig werden so unnötige Mehrverbräuche entdeckt. An Einsparerfolgen sei hier exemplarisch ein ausgewählter Erfolg im Abrechnungsjahr beschrieben: In einem Gebäude in der Fürther Straße 352 war die Wasserversorgungsleitung defekt. Gegenüber dem Regelverbrauch von 60 m<sup>3</sup>/Jahr stieg der Verbrauch auf ca. 12.000 m<sup>3</sup>/Jahr.

Dieser Anstieg wurde vom KEM zeitnah erkannt und der Schaden behoben. Ohne Controlling wäre dies erst bei der nächsten Rechnung aufgefallen. Nach der Reparatur sank der Verbrauch auf sein übliches Maß. Zusätzlich konnte das Leckagewasser von der Grundabgabe für Abwasser beim Steueramt abgezogen werden. Trotz gestiegener Kosten durch den Defekt konnten weitere Mehrkosten in Höhe von ca. 73.000 EUR vermieden werden.

### **Automatisches Energiecontrolling**

Seit dem Jahr 2000 hat das KEM in Kooperation mit der N-ERGIE ein Auto-Energiecontrolling-Netz bei den städtischen Liegenschaften in Betrieb.

Hierbei werden die Zählerstände von Strom-, Gas-, Wasser- und Fernwärme/Ferndampf-Zählern automatisch per Telefonverbindung abgefragt. Damit besteht eine softwaregestützte zeitnahe Kontrollmöglichkeit der Energieverbräuche der angebundenen Liegenschaften.

So konnte z. B. bei der Meistersingerhalle mit Hilfe des automatisierten Controllings die Anschlussleistung reduziert werden. Die Einsparsumme beträgt ca. 18.000 EUR/Jahr. Im K4, Königstraße 93, wurde beispielsweise eine defekte Wasserabsperreinrichtung gefunden und zeitnah repariert.

Bisher wurden insgesamt 109 Zähler in 16 Liegenschaften angeschlossen. Zusätzlich wurden inzwischen mobile automatische Meßstationen angeschafft, die zu einer temporären Überwachung ausgewählter Liegenschaften dienen. Weiterhin wurden 17 Wasserzähler in Schächten auf Auslesung per Funk umgerüstet, um eine regelmäßige Zählerstandserfassung zur ermöglichen. Hierdurch konnten bereits mehrere Leckagen bei erdverlegten Leitungen aufgedeckt werden.

### **6.2.2 Verbrauchskennwerte - Benchmarks**

Verbrauchskennwerte sind Kenngrößen, die z. B. den jährlichen Energieverbrauch eines Gebäudes ins Verhältnis zu seiner Energiebezugsfläche setzen.

Bundesweite Auswertungen wurden zur Vergleichbarkeit auf einer gemeinsamen Grundlage (VDI 3807) erstellt.

Auf dieser Grundlage basieren auch der Forschungsbericht der Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse (ages) und die Vergleichswerte des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS), dessen Werte aus einer Datenerhebung des Institutes für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken (IEMB) in Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Energieeinsparung des Deutschen Städtetages stammen. Diese Kennwerte werden differenziert nach der Gebäudeart erhoben.

So ist ein unmittelbarer Vergleich zwischen dem Nürnberger und dem bundesweiten Durchschnitt möglich. Aufgrund des energetischen Benchmarkings ist eine zielgerichtete Vorgehensweise bei der Erschließung von Energieeinsparpotenzialen möglich. Mit höchster Priorität werden dann die Liegenschaften untersucht, deren Kennwerte deutlich über den bezifferten Vergleichswerten liegen, da hier der spezifische Verbrauch am höchsten ist.

Im Rahmen von Gebäudebegehungen werden zuerst die größten Liegenschaften untersucht und Betriebsoptimierungen durchgeführt.

### **6.2.3 Schwachstellenanalysen - Gebäudebegehungen**

Kontinuierlich werden vom KEM energetische Gebäudebegehungen durchgeführt. Die Priorität liegt hier bei den Gebäuden mit hohen Energiekosten und hohen spezifischen Energiekennwerten sowie auf Objekten, bei denen eine Sanierung ansteht.

Bevorzugt werden z.B. auch Schulen untersucht, deren engagierte KEiM-Beauftragte eine Begehung wünschen oder Dienststellen, die speziell auf das KEM zugehen. Teilweise werden spezielle Anlagenteile oder Bauteile untersucht, bei denen Maßnahmen geplant sind. Durch die Vielzahl von städtischen Gebäuden, konnten aber noch nicht alle städtische Gebäude systematisch untersucht werden. Im Anschluss an die Gebäudebegehungen werden stets Rückmeldungen mit Maßnahmevorschlägen für die hausverwaltenden Dienststellen erstellt.

## 6.2.4 Anlagenoptimierung und organisatorische Maßnahmen

Die Erschließung der Energieeinsparpotenziale, die sich aus dem laufenden Gebäudebetrieb ergeben, ist eine wesentliche Aufgabe von KEM. Dazu gehören u. a. die zeitnahe Einleitung und Koordinierung organisatorischer bzw. nicht-investiver Energieeinsparmaßnahmen, die Beseitigung technischer Mängel, die Optimierung der Regelungseinrichtungen und der Betriebsabläufe.

Beispiele sind:

- Optimierung der Laufzeiten von Lüftungsanlagen auf die reale Nutzung der Gebäudeabschnitte,
- Optimierung der Temperaturabsenkezeiten bei Heizungsanlagen,
- organisatorische Maßnahmen bei der Raumbelastung besonders bei Schulen, um einzelne Gebäudeabschnitte länger in den Heizungsabsenkbetrieb überführen zu können.

## 6.2.5 Sanierungskonzepte und Energiestudien

Die Erarbeitung von Energiestudien und Sanierungskonzepten sowie deren konsequente Begleitung während der Umsetzung tragen zu nachhaltiger Energieeffizienz von Neubauplanungen und Bestandssanierungen bei.

In den letzten Jahren wurden mehrere Energiestudien bzw. Sanierungskonzepte durch das KEM angefertigt und/oder fachlich begleitet. Insbesondere wird damit bei Bestandsgebäuden der anlagentechnische Zustand sowie der bauliche Wärmeschutz erfasst und bewertet sowie ein Sanierungskonzept mit Priorisierung von einzelnen Maßnahmen, auch unter Einbeziehung regenerativer Energien, innovativer Technologien oder Baustoffe dargestellt.

Für Neubau- und Sanierungsprojekte werden Energiekonzepte bezüglich Gebäudehülle und Anlagentechnik erarbeitet. Beispiele sind: Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium (Passivhaus), Betriebshof und Pavianstall im Tiergarten, Kindertagesstätte Reutersbrunnenstraße sowie die Merianschule.

## 6.2.6 Thermografieuntersuchungen

Die Thermografiekamera kommt jährlich bei etwa 30 verschiedenen Projekten zum Einsatz. Der Schwerpunkt liegt im Bereich der Bauthermografie. Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen waren u. a. Bewertung des baulichen und wärmeschutztechnischen Zustandes von Bestandsgebäuden, Sanierungsempfehlungen und -planungen, Gutachten zu Luftfeuchtesituationen und Schimmelpilzbefall sowie Ausführungskontrollen von Neubau- bzw. Sanierungsprojekten.

## 6.2.7 Optimierung von Energielieferverträgen

Wie im Punkt 4.3 bereits erläutert, ist die Umstellung von Energietarifen im Bereich Fernwärme und Wasser ein wichtiges Arbeitsfeld des Kommunalen Energiemanagements. Die bestehenden Tarife werden geprüft und den Bedürfnissen angepasst. Insgesamt konnte hier seit 2001 eine Gesamtsumme von ca. **1.350.000 EUR** eingespart werden.

Wie unter 4.2 erwähnt, steht das KEM auch dem Finanzreferat bei den Strom- und Gaspreisverhandlungen beratend zur Seite. Grundlage hierzu ist der Vergleich mit den Energiekosten anderer Kommunen und Gemeinden. Der Energie- und Wasserkostenvergleich des Deutschen Städtetages (siehe 3.5) ist hierbei ein wichtiges Instrument. Zusätzlich werden noch weitere Tarife anderer Kommunen und Gemeinden eingeholt und mit den vorhandenen bzw. angebotenen Tarifen verglichen. Hierdurch wird die Bewertung des angebotenen Tarifes möglich und es kann positiver Einfluss auf das Verhandlungsergebnis genommen werden. In der Vergangenheit kam es dadurch zu deutlichen finanziellen Einsparungen.

## 6.2.8 Contracting und Mitarbeit bei ÖPP-Projekten

### **Contracting** [siehe Projektinfo 41/2008]

Für die Berufsschule B4/14 in der Schönweißstraße wurde durch das KEM anhand einer Energiestudie ein Energieeinspar-Contracting ausgeschrieben. Der Ausschreibung wurde ein öffentlicher Teilnahmewettbewerb vorangeschaltet. Der Vertrag wurde im März 2007 unterzeichnet. Die Realisierung der Maßnahmen erfolgte im Sommer 2007. Neben der Erneuerung der Kesselanlage wurde auch ein Blockheizkraftwerk (BHKW) installiert.

Ferner wurde vom Eigenbetrieb NürnbergBad ein Wärmelieferungscontracting für das Hallenbad Katzwang unterzeichnet. Hierbei wurde die Heizungszentrale komplett erneuert und zusätzlich ein großes Blockheizkraftwerk auf Pflanzenölbasis installiert.

Insgesamt bestehen bei der Stadt Nürnberg acht Verträge im Bereich Contracting. Die Erfahrungen zeigen, dass nur bei wenigen Objekten Contracting eine wirtschaftliche Alternative darstellt. Die Ausschreibung von wirtschaftlich sinnvollen Contractingmaßnahmen erfordert viel Know-How und Detailwissen auf der Auftraggeberseite. Hierfür wird ein kompetentes Energiemanagement benötigt.

### **ÖPP-Projekte**

Im Rahmen der geplanten Vergabe von Investitions- und Gebäudemanagementleistungen in Form einer öffentlichen, privaten Partnerschaft (ÖPP) erfolgte durch KEM die Definition der energetischen Standards und bauphysikalischen Vorgaben für die beiden Schulneubauten und die Turnhalle sowie für die Sanierung des Sigena-Gymnasiums. Bei allen Angeboten wurden die energetischen Ausschreibungskriterien hinsichtlich Vollständigkeit und Plausibilität geprüft und die für die abschließende Prüffähigkeit und Bewertung erforderlichen Fragen und ergänzenden Informationen für die Bieter formuliert.

## **6.2.9 Energieausweise nach Energieeinsparverordnung**

Die Erstellung sowie Prüfung extern erstellter Energiebedarfsausweise lt. Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) gehört zum Standarddienstleistungsangebot des KEM. Bei Maßnahmen die vom Hochbauamt selbst geplant werden, übernimmt das KEM die Berechnung und Erstellung der Nachweise. Beides sichert die gewünschte energetische Qualität bei Neubau- und Sanierungsprojekten.

### **Aushangpflicht für Energiepässe**

Mit dem 01.10.2007 ist die neue Energieeinsparverordnung in Kraft getreten. Sie ersetzt die bestehende Energieeinsparverordnung aus dem Jahr 2002 und setzt damit die Richtlinie der Europäischen Union 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in nationales Recht um.

Für die sogenannte Aushangpflicht in öffentlichen Gebäuden ab 1.000 m<sup>2</sup> Nettogrundfläche gilt die Frist 01.07.2009.

Bis dahin werden in allen betroffenen Gebäuden, das sind insgesamt etwa 200 Bestandsgebäude und Neubauten, Energieausweise, entweder in Form eines Verbrauchsausweises oder als Bedarfsausweis vom KEM ausgehängt.

Für etwa 600 Wohnungen bzw. vermietete Nichtwohngebäude sind gestaffelt nach dem Baujahr ab dem 01.07.2008 bzw. dem 01.01.2009 bei einer Neuvermietung oder dem Verkauf die Energieausweise den neuen Mietern bzw. potenziellen Käufern zugänglich zu machen. Auch diese Aufgabe setzt das KEM federführend mit den betroffenen Dienststellen, wie Liegenschaftsamt, NürnbergStift, NürnbergBad, Friedhofsverwaltung, Bürgerämter Süd, Ost und Nord um.

Der erste Energiepass für Nicht-Wohngebäude in Bayern wurde bereits Ende des Jahres 2005 für das Alte Rathaus im Rahmen eines Feldversuches der Deutschen Energieagentur dena erstellt und vom Baureferenten der Öffentlichkeit vorgestellt.

### **6.3 Innovative Projekte**

Wie in den vergangenen Jahren wurden neben den ohnehin durchgeführten energierelevanten Sanierungsmaßnahmen im Rahmen von MIP, Baupauschale und Bauunterhalt sowie der Errichtung energieeffizienter Gebäude und Anlagen zusätzlich auch spezielle investive Maßnahmen zur Energieeinsparung, in der Regel mit Demonstrations- bzw. innovativem Charakter, vom KEM umgesetzt. Die hier aufgelisteten Projekte stellen eine Auswahl von speziellen Projekten dar.

#### **Projekt: Generalsanierung und Umbau des Luitpoldhauses für die Stadtbibliothek**

Mit der Sanierung des Luitpoldhauses für die Stadtbibliothek ist z.Z. eine energetisch sehr hochwertige und insgesamt äußerst anspruchsvolle Sanierung in der Planungsphase. Hier sollen die Anforderungen der Energieeinsparverordnung an einen Neubau um 30 % unterschritten und zudem die speziellen raumklimatischen Anforderungen zur Lagerung der sehr wertvollen Handschriftenbestände aus dem Mittelalter mit weitgehend passiven und innovativen Maßnahmen, ohne aufwändige konventionelle Klimatisierungstechnik, umgesetzt werden.

Eine Förderung von Investitions- und Personalkosten wurde aus dem Förderprogramm EnSan des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie beantragt. Ein Bewilligungsbescheid über 743.586 EUR liegt seit Juli 2007 vor.

### **Projekt: Passivhaus Südstadtforum Qualifizierung und Kultur (*südpunkt*)**

Der Neubau erfolgte im Passivhausstandard. Der einzubindende denkmalgeschützte Altbau wurde ebenfalls energetisch hochwertig, u.a. mit Innendämmung saniert.

Gebaut wurde ein kompakter Baukörper mit optimierten Fensterflächenanteilen, relativ großen Dämmdicken bei allen Außenbauteilen, hochwärmegedämmten Fenstern und Türen sowie weitgehende Wärmebrückenfreiheit und Luftdichtigkeit. Die Vermeidung sommerlicher Überhitzungen macht die Nutzung der baulichen Speichermassen, beweglicher Sonnenschutzeinrichtungen sowie unterstützender Lüftungsmaßnahmen und Bauteilaktivierung unabdingbar. Das anlagentechnische Konzept sieht zur Hauptbeheizung des Passivhauses und des sanierten Altbaus einen Fernwärmeanschluss vor. Für die Beheizung in der Übergangszeit bzw. für die Kühlung der EDV-Räume und des Veranstaltungssaals ist ein reversibler Wärmepumpenbetrieb mit Erdsonden vorgesehen.

Für gute Raumluftqualität sorgen zentrale Zu- und Abluftanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung sowie ein Zuluft-Erdreichwärmetauscher über ein Rohrregister unter der Erdgeschoss-Bodenplatte.

Für das Projekt konnten von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) zusätzliche Fördergelder in Höhe von 125.000 Euro eingeworben werden.

### **Projekt: Neubau Passivhaus für Neues Gymnasium [siehe Projektinfo 40/2008]**

Für den eingeschossigen kompakten Leichtbau wurde vom KEM ein passivhaustaugliches Energiekonzept entwickelt.

Aus dem CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm (N-ERGIE/Stadt Nürnberg) konnten Mittel in Höhe von 15.000 Euro eingeworben werden.

### **Projekt: NüSt Sparkassenhaus**

Die Sanierung und der Umbau des, in den 50-iger Jahren terrassenförmig am Wöhrder See gebauten, Sparkassenhauses wird derzeit realisiert. Variantenuntersuchungen zum wärmeschutztechnischen Sanierungskonzept für eine Inanspruchnahme von Fördermitteln aus dem KfW-CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm wurden insbesondere unter Wirtschaftlichkeitsaspekten durchgeführt.

Ein Bewilligungsbescheid über einen zinsgünstigen Kredit in Höhe von etwa 2 Millionen EUR liegt seit Juli 2008 vor. Er sichert einen Zinsvorteil für 10 Jahre und führt zu einer gesamten Zinsersparnis von etwa 320.000 EUR. Zusätzlich fallen durch die energetisch hochwertige Sanierung deutlich niedrigere Betriebskosten an.

### **Projekt: Generalsanierung Kindertagesstätte Adam-Klein-Straße 37a**

*[siehe Projektinfo 45/2008]*

Am Gebäude der Kindertagesstätte erfolgte eine umfassende wärmeschutztechnische Sanierung mit Optimierung der Anlagentechnik, was zu erheblichen Energieeinsparungen führte.

### **Projekt: Generalsanierung Sozialzentrum Imbuschstraße 70 – 72**

*[siehe Projektinfo 39/2007]*

Für das Anfang der 70-iger Jahre errichtete Gebäude war eine bauliche und anlagentechnische Generalsanierung erforderlich geworden. Zudem erfolgte im Rahmen der Generalsanierung eine Optimierung des umbauten Raumes sowie eine funktionale Neuorganisation und Anpassung an die aktuellen pädagogischen Erfordernisse. Eine umfassende wärmeschutztechnische Sanierung wurde geplant und umgesetzt. Im Bereich von Fußbodenheizung wurden hochwirksame Vakuum-Isolations-Paneele eingebaut.

### **Projekt: Generalsanierung Förderzentrum Merianstraße 1**

Der Altbau wurde etwa 1920 errichtet und ist in den 50-iger Jahren aufgestockt und zur Schule umgebaut worden. Der schlechte wärmeschutztechnische Standard wurde mittels Thermografieuntersuchung dokumentiert und ist auch anhand der Verbräuche nachweisbar. Die Heizungsanlage wurde bereits im Rahmen der Errichtung des Neubaus erneuert (2005/2006). Ein anspruchsvolles Sanierungskonzept mit dem Ziel der Unterschreitung der EnEV-Anforderungen um 30 %, ist die Grundlage der gegenwärtig laufenden Sanierungsmaßnahmen.

Das Projekt wird mit 20.000 EUR aus dem „CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm (N-ERGIE / Stadt Nürnberg)“ gefördert.

### **Projekt: Generalsanierung Kindertagesstätte Reutersbrunnenstraße 40**

Das Gebäude wurde 1975 gebaut. Der schlechte wärmeschutztechnische Standard konnte mittels Thermografieuntersuchung dokumentiert und anhand der Verbräuche nachgewiesen werden. Die Heizungsanlage war ebenfalls dringend erneuerungsbedürftig. Ein Energiekonzept wurde erarbeitet. Bestandteile sind ein sehr guter Wärmeschutz für die Gebäudehülle, Vakuum-Isolations-Paneele unter der neu einzubauenden Fußbodenheizung, sowie eine Gas-Brennwertheizung ergänzt durch eine thermische Solaranlage mit Latentwärmespeicher zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Gegenwärtig erfolgt die Ausführungsplanung.

Für das Projekt konnten von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) zusätzliche Fördergelder in Höhe von 124.909 Euro eingeworben werden. Gegenwärtig wird die Teilnahme am Pilotprojekt der Deutschen Energieagentur dena in Kooperation mit der KfW zur energetischen Gebäudesanierung für Schulen und Kindertagesstätten vorbereitet. Dies würde zu Zinsersparnissen von etwa 70.000 EUR in 10 Jahre führen.

### **Projekt: Generalsanierung Heilig-Geist-Haus**

Im 14. Jahrhundert wurde das ursprüngliche Heilig-Geist-Spital mit Spitalkirche errichtet. Der 1945 fast komplett zerstörte Gebäudekomplex wurde 1962 als insgesamt sechsgeschossiger Baukörper wieder aufgebaut und ist heute denkmalgeschützt. Eine energetisch hochwertige Sanierung ist geplant. Dabei muss sehr behutsam mit der vorhandenen Bausubstanz umgegangen werden. U.a. sind Innendämmung und eine effiziente Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung geplant. Eine Thermografieuntersuchung vor Beginn der Sanierungsarbeiten bescheinigt dem Gebäude einen schlechten Wärmeschutzstandard. Mit der Sanierung sollen die hochgesteckten Ziele zur Unterschreitung der Anforderungen der Energieeinsparverordnung auch bei diesem denkmalgeschützten Gebäude erreicht werden.

### **Projekt: Energetisches Gesamtkonzept für den Nürnberger Tiergarten**

In den letzten Jahren ist zwischen dem Nürnberger Tiergarten und dem KEM eine intensivere Zusammenarbeit gewachsen. Zur Erfassung des Gebäudebestandes wurden die wichtigsten Gebäude des Tiergartens thermographisch untersucht und der vorhandene Anlagenbestand der technischen Gebäudeausrüstung aufgenommen. Zusätzlich wurde ein Strukturkonzept mit Maßnahmenkatalog in den Bereichen Strom und Wasser erstellt. Für den Betriebshof wurde ein energetisches Sanierungs- und Betriebskonzept erarbeitet.

Ergebnis ist u. a. der für 2008 geplante Einbau einer Holzhackschnitzelanlage. Außerdem wird in 2008 auch die Lüftungsanlage im Delphinarium 2 erneuert und mit Wärmerückgewinnung ausgestattet.

### **Projekt: Neubau Delphinlagune für den Nürnberger Tiergarten**

Für den Tiergarten wird der Neubau der Delphinlagune mit etwa 1.500 m<sup>2</sup> Wasserfläche und 5.300 m<sup>3</sup> Wasservolumen und eines Tropen-/Manatihauses mit etwa 700 m<sup>2</sup> Grundfläche, davon etwa 500 m<sup>2</sup> Wasserfläche (ganzjährig auf 25°C beheizt) geplant.

Ziel der Planungen ist es, die Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten für Gebäude und Anlagentechnik so niedrig wie möglich zu halten. Dabei soll auch durch den Einsatz regenerativer Energien die CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz wesentlich verbessert werden. Für den Neubau des Tropen-/Manatihauses wird ein Passivhausstandard, vergleichbar dem von Schwimmbädern, angestrebt.

Eine Förderung für diesen Projektteil ist bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) beantragt.

### **Projekt: Neubau Kinder- und Jugendhaus Gartenstadt, Trierer Straße**

Ein zweigeschossiger kompakter und massiver Neubau wird geplant. Neben einem sehr guten Wärmeschutzstandard ist eine Erdwärmepumpenanlage zur Beheizung des Gebäudes vorgesehen. Auf dem Dach soll eine Fotovoltaikanlage installiert werden, sodass das Gebäude mit Heizenergie weitgehend autark versorgt werden kann.

### **Projekt: Sanierung Maxtormauerturm**

Im Rahmen der Sanierung der Maxtormauer ist die Sanierung des Turmes geplant. Der Turm, wie auch die Stadtmauer, sind denkmalgeschützt. Die Sanierung muss deshalb besonders behutsam und sensibel erfolgen. Vom KEM wurde mit den Fachbereichen Bau und Heizung/Lüftung ein raumklimatisches und energetisches Sanierungskonzept entwickelt, welches im Wesentlichen Innendämmung mit diffusionsoffenem und kapillaraktivem Innendämmputz und ein Flächenheizsystem an den Wänden vorsieht.

### **Projekt: Erneuerung von Lüftungsanlagen [siehe Projektinfo 34/2006]**

Besonders größere Lüftungsanlagen bergen ein großes Potenzial für Energieeinsparungen. So ist inzwischen eine neue energiesparende Ventilatorentechnik auf dem Markt, die einen Austausch alter Ventilatoren teilweise mit einer Amortisationszeit von drei bis sechs Jahren wirtschaftlich macht. Zusätzlich sind alte Lüftungsanlagen oft nicht mit Wärmerückgewinnungsanlagen ausgerüstet. Hier kommt es jedoch häufig auf die örtlichen Gegebenheiten an, ob eine Nachrüstung wirtschaftlich ist.

In den letzten Jahren wurden so z.B. die Lüftungsanlagen in der Hermann-Kolb-Straße, in der 4-fach Turnhalle des Sportzentrums Pommernstraße und in der Tafelhalle saniert. Bereits untersucht und für eine Optimierung vorgesehen sind die Lüftungsanlagen im Delphinarium 2 des Tiergartens, im Rechenzentrum Stöpselgasse und im Historischen Rathausaal.

Bei der detaillierten Untersuchung der Turnhalle Hermann-Kolb-Straße wurde ein sehr großer Leistungsbedarf der Lüftungsanlage festgestellt. Dies war auf die hohe Anzahl von Oberlichtern und einem sehr schlechten baulichen Zustand zurückzuführen. Das Dach wurde daraufhin im Jahr 2006 neu abgedichtet, mit Wärmedämmung versehen und die Oberlichter nicht mehr eingebaut. Dies führte zu einer Reduzierung des Heizenergieverbrauches um ca. 50% und die vormals hohen Luftmengen konnten erneut angepasst werden.

**Projekt: Rasenbewässerung bei Sportstätten** [siehe Projektinfo 44/2008]

Besonders bei Sportstätten bietet sich die Bewässerung der Rasenflächen mit Brunnen- oder Regenwasser an. Entsprechend wurden in Zusammenarbeit mit dem Sportservice (SPS) zwei Projekte realisiert, die den Trinkwasserverbrauch erheblich reduzieren.

So konnte die Rasenbewässerung in der Sportstätte Adolf-Braun-Straße an einen bestehenden Brunnen des benachbarten Klärwerkes angeschlossen werden.

Für den Stadionnebenplatz konnte die Rasenbewässerung ebenfalls an die bestehende Regenwasserzisterne des Frankenstadions angeschlossen werden.

**Projekt: Nachträgliche Wärmedämmung von obersten Geschossdecken** [siehe Anlage 3]

Die Nachrüstung von obersten Geschossdecken mit einer Wärmedämmung war für eine Reihe von städtischen Gebäuden im Rahmen der Energieeinsparverordnung gesetzlich notwendig. Zusätzlich wurden weitere energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Objekte gedämmt. In den Jahren 2006 und 2007 konnte eine zusätzliche Fläche von 15.920 m<sup>2</sup> nachgerüstet werden. Insgesamt sind in 45 Gebäuden, überwiegend Schulen, solche Dämmungen mit einer Gesamtfläche von 28.000 m<sup>2</sup> realisiert.

## 6.4 Regenerative Energien und Blockheizkraftwerke

Globale Aufgabe ist, dem Klimawandel entgegenzuwirken, Ressourcenschutz zu betreiben und somit konsequent nach den Prinzipien einer umfassenden Nachhaltigkeit zu handeln. Dementsprechend hat die Stadt Nürnberg eine Selbstverpflichtung beschlossen, den Anteil an regenerativer Energie bis 2020 auf 20 % anzuheben.

Im Klimaschutzfahrplan 2010 bis 2020 sind für die Erreichung des Klimaschutzzieles u. a. folgende Umsetzungsstrategien beschlossen:

- Ausbau der Fernwärmenutzung,
- Ausbau der erneuerbaren Energien und
- Ausbau der verbrauchsnahe Kraft-Wärme-Kopplung.

Für die Liegenschaften der Stadt Nürnberg werden vom KEM innovative Projekte im Bereich regenerativer Energien initiiert, geeignete Objekte gefunden sowie die Projekte umgesetzt und begleitet.

#### **Projekt: Thermische Solaranlagen bei der Stadt Nürnberg [siehe Anlage 5]**

Im Berichtszeitraum wurde vom KEM eine neue Solarthermieanlage auf der Feuerwache 2 in der Veilhofstraße installiert und in Betrieb genommen. Durch den hohen Verbrauch von Warmwasser in der Feuerwache handelt es sich hier um eine sehr wirtschaftliche Anlage mit einer Amortisationszeit von ca. 13 Jahren. Eine weitere Anlage entstand auf dem Neubau der Turnhalle Röthenbach Ost in der San Carlos Straße.

Zusätzlich hat der Eigenbetrieb NürnbergBad eine solarthermische Großanlage mit einer Absorberfläche von 400 qm zur Beheizung des Beckenwassers im Hallenbad süd.stadt.bad in Betrieb genommen.

Insgesamt sind inzwischen 17 thermische Solaranlagen mit einer Gesamtfläche von knapp 1150 qm installiert. Alle Anlagen laufen zur vollsten Zufriedenheit und wurden jeweils mit Wärmemengenzählern ausgerüstet, so dass die Wirtschaftlichkeit der Anlagen stets überprüft werden kann.

#### **Projekt: Solarstromanlagen der Stadt Nürnberg [siehe Anlage 6]**

Da Fotovoltaikanlagen einen sehr großen Investitionsbedarf aufweisen wird der Neubau von neuen Anlagen in diesem Bereich relativ zurückhaltend betrieben. Priorität haben hauptsächlich Anlagen, die einen pädagogischen Nutzen haben oder Anlagen mit hohem Innovationscharakter.

Dennoch sind inzwischen insgesamt 35 stadt-eigene Fotovoltaikanlagen mit einer Gesamtfläche von ca. 735 m<sup>2</sup> und einer installierten Leistung von 74 kWp in Betrieb.

#### **Projekt: Solarstromanlagen von Privatbetreibern auf Dächern der Stadt Nürnberg [siehe Anlage 7]**

Zur Förderung der Solarenergie gibt die Stadt Nürnberg geeignete städtische Dachflächen an Privatbetreiber von Fotovoltaikanlagen ab.

Die Gesamtkoordination liegt beim Umweltreferat und beim Umweltamt (UwA/5). Das KEM hat hierbei die wichtige Aufgabe der technischen Abstimmung übernommen.

Dies ist notwendig, um Probleme im Bereich Brandschutz und Sicherheitsbestimmungen für öffentliche Gebäude zu vermeiden.

Insgesamt sind inzwischen 31 privatbetriebene Fotovoltaikanlagen mit einer Gesamtfläche von ca. 13.580 m<sup>2</sup> und einer installierten Leistung von 1.413 kWp in Betrieb.

### **Projekt: Blockheizkraftwerke (BHKW) bei der Stadt Nürnberg**

*[siehe Anlage 4 und Projektinfo 41/2008]*

Im September 2007 wurde in der Berufsschule B4/14 in der Schönweißstraße eine weitere BHKW-Anlage in Betrieb genommen. Das BHKW wurde zur Deckung der Grundlast ausgelegt und hat eine elektrische Leistung von 50 kW und eine thermische Leistung von 81 kW. Es wird von einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 400.000 kWh/a ausgegangen.

Zusätzlich hat der Eigenbetrieb NürnbergBad im Hallenbad Katzwang eine große BHKW-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 120 kW und einer thermischen Leistung von 180 kW in Betrieb genommen. Betrieben wird das BHKW mit heimischem Pflanzenöl (Raps) im Rahmen eines Contracting-Vertrages.

Inzwischen sind bei der Stadt Nürnberg 13 BHKW-Anlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von ca. 1.880 kW in Betrieb. Die hierdurch erzeugte jährliche Strommenge beläuft sich auf ca. 9 GWh.

### **Projekt: Holz zur Wärmeversorgung** *[siehe Projektinfo 36/2007 und 46/2008]*

Die erste städtische Holzpelletsanlage wurde im Dezember 2006 im Verwaltungsgebäude des Museums Industriekultur in der Äußeren Sulzbacher Straße 60 – 62 offiziell eingeweiht.

Die Anlage hat eine Leistung von 220 kW und wird damit jährlich etwa 200 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen sowie im gleichen Zeitraum umgerechnet 100.000 Liter Heizöl ersetzen. Die Anlage wurde mit 20.000 EUR aus dem „CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm“ der N-ERGIE / Stadt Nürnberg gefördert.

Eine zweite Pelletsanlage mit einer Leistung von 35 kW wurde mit Beginn der Heizperiode 2007 im Kinder- und Jugendhaus in der Saalfelder Straße installiert und in Betrieb genommen.

Der Einsatz von Holzheizungen ist besonders für Objekte geeignet, die sich außerhalb der Innenstadt und auch außerhalb des Versorgungsgebietes der Nürnberger Fernwärme befinden. Bei Bestandsgebäuden muss ein ausreichend großer Raum für die Holzlagerung vorhanden sein. Sind diese Parameter erfüllt, ist der Einsatz von Holz im Vergleich zu konventionellen Energieträgern eine wirtschaftliche Alternative.

Obwohl die Energiekosten bei Holz ebenfalls von der Marktentwicklung abhängen, ist dieser Rohstoff im Durchschnitt dennoch preiswerter als Heizöl oder Erdgas.

Für 2008 ist der Einbau einer Holzhackschnitzelheizung im Betriebshof des Tiergartens geplant.

### **Projekt: Abwasserwärmepumpe**

In Zusammenarbeit mit dem Eigenbetrieb SUN wurde die Nutzung von Abwärme aus Abwasserkanälen für verschiedene Objekte geprüft. Über einen Wärmetauscher soll hier mittels elektrischer Wärmepumpe dem Abwasser Wärme entzogen und zu Heizzwecken genutzt werden. Erste Forschungsprojekte zeigten positive Ergebnisse. Konkret geprüft wurden bereits die Projekte: Sanierung des Luitpoldhauses, Sanierung des Rathauses Hauptmarkt 18 sowie Sanierung des Heilig-Geist-Hauses. Leider waren diese Standorte für eine wirtschaftliche Abwasserwärmenutzung nicht geeignet. Um diese Technologie wirtschaftlich einsetzen zu können, muss das betreffende Objekt in unmittelbarer Nähe zu einem ausreichend großen Abwassersammler mit kontinuierlich großen Abwassermengen liegen. Diese Parameter waren bei den bisher untersuchten Objekten nicht gegeben. Dennoch werden im Falle von Sanierungsmaßnahmen weiterhin die Einsatzmöglichkeiten von Abwasserwärmepumpen untersucht.

### **Projekt: Erdwärme- und Erdkältenutzung**

Die Nutzung von Erdwärme zu Heizungszwecken im Winter sowie die Nutzung von Erdkälte im Sommer stellt bei bestimmten Gebäuden eine interessante Nutzung von regenerativer Energie dar.

Diesbezüglich befinden sich mehrere Anlagen in Planung und im Bau. So wird z.B. im Passivhaus Südstadtforum Qualifizierung und Kultur (*südpunkt*) eine reversible Wärmepumpe für die Übergangsbeheizung im Neubau bzw. für die Kühlung der EDV-Räume und des Veranstaltungssaals über Erdsonden gebaut.

Zusätzlich wird über einen Erdreichwärmetauscher (Rohrregister unter der Erdgeschoss-Bodenplatte) die Zuluft der Lüftungsanlage im Sommer gekühlt und im Winter vorgewärmt.

Beim Neubau des Passivhauses für das Neue Gymnasium wird ebenfalls über eine Erdsondenanlage sowohl die Frostfreihaltung des Wärmetauschers der Küchenlüftungsanlage im Winter sowie die Zuluftkühlung für die Anlage im Sommer realisiert. Zudem sind Wärmepumpenanlagen zu Heizzwecken für den Neubau der Kindertagesstätte in der Trierer Straße und den Neubau des Pavianstalles im Tiergarten geplant.

## **6.5 Einflussnahme auf das Nutzerverhalten, Information, Motivation**

### **6.5.1 KEiM – Energieeinsparprogramm an Nürnberger Schulen**

In Zusammenarbeit mit dem Pädagogischen Institut (PI) betreut das KEM das Schulprogramm KEiM (Keep Energy in Mind). Gemeinsam mit den KEiM-Beauftragten der Schulen werden Ideen und Maßnahmen für Energie- und Wassereinsparungen entwickelt und durchgeführt. Hierfür übernimmt das KEM die technische Betreuung. Die Schulen werden bei ihren Energiesparprojekten unterstützt und im Rahmen von Gebäudebegehungen werden Einsparmöglichkeiten entdeckt. Die Schulen erhalten pädagogische und technische Unterstützung sowie lehrplan-konforme Materialien und Unterrichtshilfen. Der regelmäßig stattfindende Arbeitskreis KEiM dient der Vernetzung der Schulen untereinander und hilft bei der Realisierung von Projekten.



Im Rahmen einer Vortragsreihe wurde in den Jahren 2006 und 2007 an 14 Schulen vor ca. 130 Lehrkräften das Programm KEiM mit großem Erfolg vorgestellt. Das Nutzerverhalten der Lehrkräfte und der Schüler wird hierdurch positiv beeinflusst.

Um deren Motivation beizubehalten und zu steigern wurde für Dienststellen mit pädagogischen Aufgabeninhalten (Schulen und Jugendamt) ein Bonussystem mit einem Volumen von jährlich 150.000 EUR bereitgestellt.

Im November 2006 und Oktober 2007 wurden die besten Schulprojekte im Rahmen von offiziellen Preisverleihungen durch den Schulreferenten und den Baureferenten gewürdigt.

Nähere Infos unter: [www.keim.nuernberg.de](http://www.keim.nuernberg.de)

## **6.5.2 Energieworkshop für Schulhausmeister/innen**

In Zusammenarbeit mit dem Hausdienst des 3. BM - Geschäftsbereich Schule wurde ein spezielles Seminar für Schulhausmeister/innen entwickelt. Dieses steht in direktem Zusammenhang mit dem KEiM-Programm und der Tatsache, dass Schulhausmeister eine nicht zu unterschätzene Vorbildfunktion inne haben.

Indem die Hausmeister/innen für ihr eigenes Verhalten geschult und positiv (im Sinne der Energieeinsparung) beeinflusst werden, können sie besser auf das Verhalten der Schüler/innen und Lehrkräfte einwirken. Die ersten Seminare mit Schulhausmeistern haben bereits mit Erfolg stattgefunden und weitere Seminare sind geplant.

Bei der Erstellung der Seminarunterlagen war auch das Energiemanagement der Stadt Erlangen und die Energieagentur Mittelfranken (EAM) beteiligt.

## **6.5.3 Energieworkshop für KEiM- Lehrkräfte**

Auf Anregung der Schulhausmeister wurde der Workshop auch im Rahmen eines Arbeitskreistreffens den aktiven Lehrkräften des KEiM-Programmes mit großem Erfolg vorgestellt. Es entwickelte sich eine rege Diskussion zu Energiethemen und Projektideen, die sicherlich zu weiteren Einsparungen an den Schulen führen werden. Dieses Seminar wird nun jährlich im Rahmen des Fortbildungsprogrammes des Pädagogischen Institutes angeboten.

## **6.5.4 Energieworkshop für städtische Mitarbeiter**

Das explizit für die Schulhausmeister/innen ausgearbeitete Seminar kann natürlich auch auf andere städtische Mitarbeiter und Nutzer umgearbeitet werden. So wurde im Frühjahr 2008 der Energieworkshop mit den Platzwarten des Sportservices Nürnberg (SPS) durchgeführt. Auch hier ist eine spannende Diskussion entbrannt, wodurch ebenfalls, aufgrund der Hinweise der Mitarbeiter, weitere Einsparpotenziale entdeckt und Energiesparprojekte angestoßen wurden.

Im Herbst 2008 wird ein ähnlicher Workshop über das offizielle Fort- und Weiterbildungsprogramm der Stadt Nürnberg für alle städtische Hausmeister/innen, technisches Betriebspersonal und städtische Mitarbeiter/innen angeboten. Mit dem Tiergarten Nürnberg wurden ebenfalls Gespräche über die Schulung des Tierpflegepersonals geführt.

### **6.5.5 Energiesparprojekt mit Nürnberger Kindertagesstätten**

Aufbauend auf dem KEiM-Programm für Schulen ist es natürlich sinnvoll, ein ähnliches Programm auch auf Kindertagesstätten zu übertragen. So stehen dem Jugendamt bereits Bonusgelder in Höhe von 15.000 EUR für realisierte Energie- und Wassereinsparungen zur Verfügung. Im Rahmen des „Kinder-Klima-Gipfels“ als Kooperation zwischen der Stadt Nürnberg und der Sparda-Bank Nürnberg werden ab Herbst 2008 Kinder zu „Klimaforschern“ und „Klimadetektiven“ ausgebildet. Das KEM ist an diesem Projekt beteiligt.

### **6.5.6 Energiesparpreis für städtische Dienststellen**

*[siehe Projektinfo 47/2008]*

Für alle städtischen Dienststellen wird seit 2003 zweijährig ein Energiesparpreis ausgelobt. Hiermit sollen Dienststellen gewürdigt werden, die einen besonderen Beitrag zu Energie- und Kosteneinsparung geleistet haben. Mit der Preisverleihung werden herausragende Initiativen zur Energieeinsparung, wie gezielte organisatorische oder auch eigene investive Maßnahmen sowie die tatsächlich erreichten Verbrauchsreduzierungen, honoriert. Der Energiesparpreis ist mit 6.000 EUR dotiert und finanziert sich über die Einspeisevergütungen der stadteigenen Fotovoltaikanlagen.

Im Juli 2008 wurde der Energiesparpreis 2008 der Stadt Nürnberg zum vierten Mal vergeben. Baureferent Wolfgang Baumann würdigte die Preisträger, die Feuerwache 2, das Umweltamt und NürnbergBad im Rahmen einer Preisverleihung.

Zusätzlich wurden in diesem Jahr erstmals drei Sonderpreise vergeben, um außergewöhnliche Bemühungen in unterschiedlichen Kategorien zu würdigen. Diese gingen an das Gemeinschaftshaus Langwasser (Kategorie Veranstaltungsgebäude), das Museum Industriekultur (Kategorie Museen) und das Tiefbauamt (Kategorie Lichtsignalanlagen).

### **6.5.7 Informationsmaterial für städtische Mitarbeiter**

Es ist wichtig und sinnvoll, themenbezogenes Infomaterial zur Verfügung zu stellen und dies auch regelmäßig zu verteilen. Dieses Infomaterial ist sowohl in Papierform als auch im Intranet veröffentlicht.

Nachdem seit längerer Zeit eine lose Blattsammlung von Energiespartipps vorlag, wurde nun vom KEM eine zusammenfassende Energiesparbroschüre für den internen Gebrauch erstellt und verteilt. Hierbei werden alle energie- und wasserrelevanten Themen behandelt. Die Broschüre kann jederzeit über das Intranet abgerufen oder bei KEM angefordert werden.



## 6.6 Öffentlichkeitsarbeit

### 6.6.1 Kongress der Kommunalen Energiebeauftragten

Insgesamt zum zwölften Mal fand im März 2007 der Deutsche Fachkongress der kommunalen Energiebeauftragten statt. 230 kommunale Energiebeauftragte aus dem gesamten Bundesgebiet trafen sich zu diesem Kongress in Nürnberg zum Erfahrungsaustausch und damit zum ersten Mal in Bayern.

Zur Kongresseröffnung sprachen u.a. der Oberbürgermeister der Stadt Nürnberg Dr. Ulrich Maly und der damalige Bayerische Staatsminister des Innern und spätere Ministerpräsident, Dr. Günther Beckstein. Die Federführung für die Kongressorganisation vor Ort lag beim KEM und erfolgte gemeinsam mit dem Verein EnergieRegion Nürnberg e.V. und dem Energie Technologischen Zentrum (etz).

### 6.6.2 Gremien, Vorträge und Veröffentlichungen

In Jahren 2006 bis 2007 waren Mitarbeiter des KEM in folgenden **Gremien** tätig:

- Arbeitskreis „Energieeinsparung“ des Deutschen Städtetages,
- Arbeitskreis „Energieeffizientes Bauen“ der Obersten Baubehörde München,
- Netzwerk Bau und Energie der Energieregion Nürnberg,
- Fachkongress der Kommunalen Energiebeauftragten,
- Difu-Werkstatt zur Nutzung erneuerbarer Energien durch Kommunen,
- Wärmeforum der N-ERGIE,
- Agenda-Gruppe „Runder Tisch Klima und Energie“.

An folgenden Veranstaltungen waren Mitarbeiter/innen des KEM in Form von **Vorträgen** maßgeblich beteiligt:

- 12. Deutscher Fachkongress der Kommunalen Energiebeauftragten 2007 in Nürnberg,
- 13. Deutscher Fachkongress der Kommunalen Energiebeauftragten 2008 in Kaiserslautern,
- 12. Internationale Passivhaustagung 2008 in Nürnberg,
- Berliner Energietage 2006,
- Deutscher Städtetag – Arbeitskreis Energieeinsparung,
- Oberste Baubehörde – Arbeitskreis Energieeffizientes Bauen,
- Seminar „Beispiele für intelligentes, kommunales Energiemanagement“ veranstaltet durch die Stadt Fürth,
- Altbautage der Handwerkskammer in Kooperation mit dem Netzwerk Bau und Energie in Nürnberg,
- Internationales Bauklimatisches Symposium an der Technischen Universität Dresden zum Thema Innendämmung,
- Gastvorlesung an der Universität Karlsruhe zum Thema energetische Sanierung,
- Internationaler Sachverständigenkreis für Ausbau und Fassade – ISK-Tagung in Nürnberg mit Vorstellung des Innendämmprojekts im Herrenschießhaus,
- Seminar für Mitarbeiter der Stadtbibliothek zum Thema sommerliche Überhitzungen und Nutzerverhalten,
- Delegation von Shenzhen China in Nürnberg,
- Chinesisch-Deutsches Energieforum in Nürnberg,
- Delegation südamerikanischer Architekten beim Stadtplanungsamt,
- Wissensbörse der Stadt Nürnberg,
- Energieworkshops für Hausmeister/innen in Nürnberg,
- Energieworkshop für Lehrkräfte im Rahmen des KEiM-Programmes in Nürnberg,
- Energieworkshop für Betreiber der Sportstätten SPS in Nürnberg,
- regelmäßige Vorträge in Nürnberger Schulen zum Thema KEiM.

Folgende **Veröffentlichungen** wurden durch das KEM in den letzten Jahren angefertigt:

- regelmäßige Projektinfos des Kommunalen Energiemanagements [Auszug siehe Anhang],
- Energiesparbroschüre „Energiesparen – leicht gemacht“,
- Greenbuilding- Veröffentlichung der Deutschen Energieagentur (dena) Berlin,
- DST-Hinweise zum kommunalen Energiemanagement: Nutzerverhalten,
- DST-Hinweise zum kommunalen Energiemanagement: Verbrauchsdatenerfassung,
- Klima-Bündnis – Unabhängiges Institut für Umweltfragen, Energiesparen an Schulen,
- Fachbeiträge in den Zeitschriften ENERGIEEFFIZIENTES BAUEN, GEBÄUDEENERGIEBERATER, BAUPHYSIK, BAUMEISTER, DETAIL, MALERBLATT und APPLICA,
- regelmäßige Beiträge in der städtischen Mitarbeiterzeitschrift „Betrifft“.

Auf verschiedenen **Internetseiten** sind Energiesparprojekte der Stadt Nürnberg zu finden. Hier beispielhaft die wichtigsten Adressen:

- Baureferat der Stadt Nürnberg: [www.baureferat.nuernberg.de](http://www.baureferat.nuernberg.de)
- KEiM-Programm: [www.keim.nuernberg.de](http://www.keim.nuernberg.de)
- Deutsche Energieagentur dena: [www.green-building.de](http://www.green-building.de)
- BINE - Informationsdienst: [www.energie-projekte.de](http://www.energie-projekte.de)
- Oberste Baubehörde – Gebäude und Energie:  
<http://www.innenministerium.bayern.de/bauen/themen/gebäude-energie>
- Regierung von Mittelfranken – Energieeffizientes Bauen:  
[http://www.regierung.mittelfranken.bayern.de/aufg\\_abt/abt4/abt4sq356.htm](http://www.regierung.mittelfranken.bayern.de/aufg_abt/abt4/abt4sq356.htm)
- Bayerisches Energieforum: [www.bayerisches-energie-forum.de](http://www.bayerisches-energie-forum.de)

### 6.6.3 Energiemanagement für Kommunen in der Metropolregion

Seit Ende 2007 wird von der ENERGIEregion GmbH in Zusammenarbeit mit dem Energietechnologischen Zentrum (etz) das Projekt Energiemanagement für Kommunen im Rahmen der Metropolregion Nürnberg angeboten. KEM steht bei diesem Projekt als Kooperationspartner der ENERGIEregion zur Verfügung. Es ist nicht geplant, für andere Kommunen Leistungen zu erbringen, so dass die Kernaufgaben von KEM nicht beeinträchtigt werden.

## 7. Personelle Rahmenbedingungen des KEM

Das KEM ist dem Hochbauamt zugeordnet und derzeit mit sechs befristeten und einer unbefristeten Planstelle/n ausgestattet. Eine im Juni 2000 frei gewordene Planstelle des KEM wurde nicht wieder besetzt und eingezogen.

Für die Erstellung der gesetzlich vorgeschriebenen Energiepässe und zur Stärkung des Bereiches Bauphysik stehen außerdem seit 2008 zwei überplanmäßige, befristete Stellen zur Verfügung.

Die gegenwärtige interdisziplinäre Zusammensetzung des Teams (Heizung/Klima/Lüftung, Strom, Wasser und Bauphysik) bedeutet konzentrierte Kompetenz und die Möglichkeit zur Umsetzung eines integralen Planungsansatzes. Dies führt zu konstruktiven Lösungen in den Themenfeldern ressourcenschonendes/ energiesparendes Planen und Bauen sowie beim Einsatz energiesparender Technologien, Materialien und erneuerbare Energien.

Gegenwärtig verfügt die Organisationseinheit des KEM über alle erforderlichen Kompetenzen für ein erfolgreiches Energiemanagement, die sich wie folgt zusammensetzen:

- Leitung und Koordination
- Bauphysik
- Elektrotechnik
- Regelungstechnik
- Heizungs- und Sanitärtechnik
- Klima- und Lüftungstechnik
- Controlling; Wasser- und Abwassertechnik

Die Eliminierung eines oder mehrerer Kompetenzfelder kann nicht kompensiert werden. Eine Reduzierung der Personalkapazität hätte sowohl bei den Energieeinsparergebnissen als auch für die Realisierung des ganzheitlichen Ansatzes negative Folgen. Die Darstellung in Anlage 1 gibt einen Überblick über die vorhandenen Kompetenz- und Handlungsfelder.

Die bisherigen Erfahrungen und erzielten Kosteneinsparungen belegen aus Sicht des KEM, dass neun Planstellen in den genannten Kompetenzfeldern die Mindestpersonalausstattung für ein erfolgreiches kommunales Energiemanagement in Nürnberg darstellen.

## 8. Energiemanagement als Daueraufgabe

Dauerhafte Energieeinsparungen sind nur durch dauerhaftes Energiemanagement zu sichern.

Dies bezieht sich einerseits auf die regelmäßige Kontrolle, Bewertung und gezielte Einflussnahme von Energieverbräuchen. Anhand des Verbrauchs-Controllings werden vor allem technische Fehler zeitnah erkannt und können entsprechend schnell behoben werden. Aber auch der Vergleich der Verbrauchskennzahlen von gleichartigen Gebäuden untereinander bzw. mit bundesweiten Durchschnittswerten weist auf die unterschiedlichen Potenziale hin, die durch organisatorische und/oder technische Maßnahmen sowie unter Mitwirkung der Nutzer sukzessive erschlossen werden können. Beim Verzicht auf die Weiterführung des Verbrauchs-Controllings würde der Energieverbrauch der Liegenschaften wieder deutlich ansteigen. Am Beispiel der Stadt Stuttgart wird die Wirkung von befristet angelegtem Energiemanagement deutlich: Nach 20 Jahren erfolgreichen Energiemanagements stellte man dort die Tätigkeit für ausgewählte Liegenschaften ein. Man war der Meinung, ein Energiemanagement wäre nicht mehr nötig, alle Potenziale wären erschlossen, das Energiemanagement würde sich daher nicht mehr rechnen. Das Ergebnis war, dass bei diesen Liegenschaften die Verbräuche für Strom im Durchschnitt um 4 % jährlich und für Heizung um durchschnittlich 1,7 % pro Jahr anstiegen. Ein Absenken konnte nachweislich erst wieder erreicht werden, als das Energiemanagement für diese Liegenschaften wieder eingeführt wurde. *[Quelle: Rechnet sich Energiemanagement auch noch nach 25 Jahren?; Dr.-Ing. Jürgen Görres, Landeshauptstadt Stuttgart (September 2001)]*

Andererseits verfolgt das KEM, neben einem gebäudebezogenen Energiemanagement, auch einen ganzheitlichen Ansatz, mit dem Ziel, nachhaltigen Einfluss auf die Planung und Ausführung von Neubauten und Bestands-sanierungen zu nehmen. Das KEM deckt hierbei alle zu einem Gebäude gehörenden Themenbereiche ab und kann fachübergreifend und ganzheitlich beraten. Insbesondere durch diese Aktivitäten können die Verbrauchskosten nachhaltig optimiert werden.

Durch positive Beeinflussung des Nutzerverhaltens (KEiM-Programm, Energiesparpreis, Energiespartipps, Energieworkshops, etc.) wird das vorhandene Einsparpotenzial der Nutzer von ca. 5 bis 15 % der Energiekosten erschlossen. Jedoch würde ohne kontinuierliche Betreuung dieses Potenzial wieder verloren gehen. Relevant ist ebenfalls die gesellschaftliche Multiplikatorenwirkung.

Energieberatung ist ein dynamischer Prozess. Durch energetische Weiterentwicklungen und Innovationen verändern sich die Chancen und Möglichkeiten für Energieeinsparungen ständig und durch die knapper werdenden Ressourcen werden die Energiepreissteigerungen in Zukunft weiter zunehmen. Entsprechend steigt die Bedeutung und das Potenzial von Verbrauchsoptimierungen. Einen sprunghaften Anstieg der städtischen Energiekosten gilt es zu vermeiden.

## 9. Ausblick

Das KEM hat sich zum Kompetenzzentrum für energiesparendes Bauen und Sanieren innerhalb der Stadtverwaltung entwickelt und ist somit wichtiger Bestandteil des technischen Gebäudemanagements im Hochbauamt. Es ist inzwischen fest in die Planungsabläufe beim Hochbauamt integriert und hat seine Aufgabenschwerpunkte in den letzten Jahren deutlich ausgebaut und erweitert. Es greift gezielt in die Planung und Ausführung von Neubauten und Bestandssanierungen ein. Hierbei wird die energetische Projektentwicklung bei Sanierungs- und Neubauprojekten übernommen und damit werden die energetischen Lebenszykluskosten der städtischen Gebäude nachhaltig optimiert. Zusätzlich werden wichtige Projekte beim Planungs- und Baufortschritt begleitet und durch Monitoring die energetische Qualität gesichert.

Nach Jahren der Etablierung des KEM mit teilweise komplizierten Rahmenbedingungen ist Kontinuität bei der personellen Ausstattung zur Stabilisierung und Weiterentwicklung unbedingt erforderlich.

Weitere Pflichtaufgaben sind hinzugekommen, so z.B. die konsequente Umsetzung der Energieeinsparverordnung EnEV 2007 sowie der angekündigten Energieeinsparverordnung 2009 und des Gesetzes zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich EEWärmeG.

Die im Februar 2007 beschlossenen energetischen Standards und Planungsanweisungen für städtische Gebäude müssen 2009 an die aktuellen Entwicklungen und Rahmenbedingungen angepasst und fortgeschrieben werden. Dies wird zu einer weiteren Erhöhung der energetischen Standards für Neubau und Sanierung und zu einem verstärkten Einsatz regenerativer Energien führen.

Weitere Tätigkeitsfelder des KEM werden in den nächsten Jahren in folgenden Bereichen gesehen:

- verstärktes Einwerben von Fördergeldern,
- verstärkter Eingriff in die Planungsabläufe,
- Aufbau von Monitoringprozessen für Anlageneffizienz bei Neubau und Generalsanierungen,
- Aufbau weiterer Motivationsprojekte, z.B. mit dem Jugendamtsbereich,
- Integration von Kriterien und Zielen der Energieeinsparung in Wettbewerbsverfahren,
- Initiierung und Begleitung weiterer Passivhaus- bzw. Niedrigstenergieprojekte,
- Schulung von Energiebeauftragten und Hausmeister/innen,
- Informationsveranstaltungen/Workshops für Dienststellenleiter/Amtsleiter/Schulleiter/Gebäudeverantwortliche,
- weiterer Ausbau eines effektiven Energiecontrollings,
- gezielte Durchführung von effizienten Contractingmaßnahmen,
- Steigerung des Anteils regenerativen Energien,
- Einsatz neuer Technologien,
- Erhöhung des Fernwärmeanteils,
- Fortschreibung von Planungsanweisungen und energetischen Standards für Neubau und Sanierung,
- Entwurf von Betriebsanweisungen für einen energieeffizienten Betrieb der Anlagen mit den Technikfachbereichen des Hochbauamtes,
- Informations- und Schulungsveranstaltungen für Planer/innen und Bauleiter/innen,
- Einführung des Vertragswesens als kompletten Leistungsbestandteil von KEM mit Energieeinkauf, Anpassung von Energielieferverträgen, Vertrags- und Rechnungskontrolle.

Weiter steigende Energiepreise weisen auf die Notwendigkeit und die Bedeutung für ein effektives Energiemanagement hin und erhöhen das Potenzial von Verbrauchsoptimierung und Kostenreduzierung.

Angesichts der Selbstverpflichtung der Stadt Nürnberg, bis zum Jahr 2020 ihren CO<sub>2</sub> - Ausstoß auf 40 % gegenüber 1990 zu verringern und den Anteil an regenerativer Energie bis 2020 auf 20 % anzuheben sowie der angestrebten bundesweiten Etablierung Nürnbergs als Energieregion, ist das Kommunale Energiemanagement ein wichtiger Baustein die angestrebten Ziele zu erreichen.

## Anlagen

- Anlage 1** Kompetenz- und Handlungsfelder des KEM
- Anlage 2** Reduzierung von Fernwärmeanschlussleistungen
- Anlage 3** Dämmung oberster Geschossdecken seit 2001
- Anlage 4** Blockheizkraftwerke der Stadt Nürnberg
- Anlage 5** Thermische Solaranlagen der Stadt Nürnberg
- Anlage 6** PV-Anlagen der Stadt Nürnberg
- Anlage 7** PV-Anlagen von Privatinvestoren auf Dächern der Stadt Nürnberg
- Anlage 8** Verzeichnis der Dienststellen und Eigenbetriebe
- Anlage 9** Ausgewählte Projekt-Infos

<b>Kompetenzfelder des KEM</b>						
<b>Leitung</b>	<b>Bauphysik</b>	<b>Elektrotechnik</b>	<b>Regelungstechnik</b>	<b>Klima- und Lüftungstechnik</b>	<b>Heizungs- und Sanitärtechnik</b>	<b>Controlling; Wasser- und Abwassertechn.</b>
<b>Handlungsfelder des KEM</b>						
Leitung und Koordination	Verbrauchscontrolling, Schwachstellenanalyse, organisatorische Maßnahmen, Beratung und Projektdokumentation					
Energiesparprogramm an Schulen (KEIM)		Automatisches Energiecontrolling	Anlagenoptimierung		Energiedatenbeschaffung	
	Neubau- und Sanierungsberatung					Contracting
Schulungen / Infoveranstaltungen	Energieförderverträge: Optimierung, Anpassung, Kontrolle					
Gremienarbeit (z.B. Städtetag)	Rückmeldungen/ Auswertungen und Berichte an die Dienststellen und Schulen, Nutzerbeeinflussung					
stadinterne u. externe Öffentlichkeitsarbeit	Energiestudien und Sanierungskonzepte					
Umsetzung investiver Maßnahmen: Demoprojekte, Solarenergie, BHKW, regenerative Energien						
	Dienstleistungen: EnEV- Nachweise, Thermographie, Beratungen					
	Monitoring Anlagen bei Neubau und Sanierung					
		Photovoltaikanlagen	Solarthermieanlagen		stadinterne Öffentlichkeitsarbeit	
Statistik, Berichtswesen (Energie- und Tätigkeitsbericht), Projektdokumentationen						

Reduzierungen von Fernwärmeanschlussleistungen								2007
Lfd. Nr.	Objekt	Straße	Änderung seit	Bisherige Anschlussleistung	Neue Anschlussleistung	Differenz	Zeitraum	Kostenersparnis in € inkl. MWST
1	BZ	Gewerbemuseumsplatz 1	19.04.2000	450 kW	280 kW	170 kW	01.01. - 31.12.07	4.754 €
2	LA / Volksbad	Rothenburgerstraße 10	16.02.2001	1.860 kW	1.000 kW	860 kW	01.01. - 31.12.07	24.050 €
3	BBS	Bertholt-Brecht-Straße 39	01.06.2001	2.500 kW	1.700 kW	800 kW	01.01. - 31.12.07	22.372 €
4	ZD	RZ - Stöpselgasse	07.06.2001	1.300 kW	850 kW	450 kW	01.01. - 31.12.07	12.584 €
5	LA / Volksbad	Rothenburgerstraße 10	01.07.2001	1.000 kW	0 kW	1.000 kW	01.01. - 31.12.07	27.965 €
6	ZD	Theresienstraße 1	10.09.2001	3.372 kW	3.000 kW	372 kW	01.01. - 31.12.07	10.403 €
7	BAV	Bauhof 9	10.09.2001	650 kW	550 kW	100 kW	01.01. - 31.12.07	2.797 €
8	LA	Hirschelgasse 32	10.09.2001	354 kW	270 kW	84 kW	01.01. - 31.12.07	2.349 €
9	H	Marientorgraben 11	01.07.2001	516 kW	400 kW	116 kW	01.01. - 31.12.07	3.244 €
10	SchV	Herschelplatz 1	01.01.2002	980 kW	700 kW	280 kW	01.01. - 31.12.07	7.830 €
11	J	Herschelplatz 3	Oktober 01	220 kW	200 kW	20 kW	01.01. - 31.12.07	559 €
12	J	Ritter von Schuh Platz 24	05.02.2001	200 kW	150 kW	50 kW	01.01. - 31.12.07	1.398 €
13	SchV	Wiesenstraße 68	12.12.2001	600 kW	540 kW	60 kW	01.01. - 31.12.07	1.678 €
14	SchV	Herriedener Straße 25	01.12.2001	850 kW	800 kW	50 kW	01.01. - 31.12.07	1.398 €
15	SchV	Schweinauer Straße 18	01.12.2001	900 kW	750 kW	150 kW	01.01. - 31.12.07	4.195 €
16	ZD/4	Kirchenweg 56	01.10.2002	315 kW	285 kW	30 kW	01.01. - 31.12.07	839 €
17	SpA/2	Hallenbad Süd	01.10.2002	1.300 kW	1.000 kW	300 kW	01.01. - 31.12.07	8.390 €
18	BBZ	Berliner Platz 26	01.03.2003	1.500 kW	1.250 kW	250 kW	01.01. - 31.12.07	6.991 €
19	BBZ	Schoppershofstraße 101	01.08.2003	3.800 kW	3.500 kW	300 kW	01.01. - 31.12.07	8.390 €
20	SchB	Müllnerstraße 17	01.03.2003	950 kW	850 kW	100 kW	01.01. - 31.12.07	2.797 €
21	SchB	Nunnenbeckstraße 40	01.03.2003	815 kW	750 kW	65 kW	01.01. - 31.12.07	1.818 €
22	SchB	Pilotystraße 4	01.08.2003	1.100 kW	970 kW	130 kW	01.01. - 31.12.07	3.635 €
23	MSH	Münchener Straße 21	19.05.2004	2.660 kW	2.000 kW	660 kW	01.01. - 31.12.07	18.457 €
24	StB	Gewerbemuseumsplatz 4	01.10.2003	1.034 kW	850 kW	184 kW	01.01. - 31.12.07	5.146 €
25	3.BM/SchG	Weddigenstraße 21	01.03.2004	1.044 kW	930 kW	114 kW	01.01. - 31.12.07	3.188 €
26	SchV	Knauerstraße 20	01.03.2004	550 kW	500 kW	50 kW	01.01. - 31.12.07	1.398 €
27	MSH	Münchener Straße 21	01.06.2004	2.000 kW	1.800 kW	200 kW	01.01. - 31.12.07	5.593 €
28	KUM	Glogauer Straße 50-56	01.07.2004	600 kW	480 kW	120 kW	01.01. - 31.12.07	3.356 €
29	3.BM/SchG	Sigena Gibitzenhofstr. 135	01.11.2004	900 kW	790 kW	110 kW	01.01. - 31.12.07	3.076 €
30	3.BM/SchG	Pirckheimer-Hauptgeb. Gibitzenhofstraße 151	01.11.2004	660 kW	540 kW	120 kW	01.01. - 31.12.07	3.356 €
31	3.BM/SchG	Pirckheimer-Turnhalle Gibitzenhofstraße 151	01.11.2004	300 kW	280 kW	20 kW	01.01. - 31.12.07	559 €
32	SchV	Dunantstraße 10	01.02.2005	380 kW	350 kW	30 kW	01.01. - 31.12.07	839 €
33	SchV	Adam- Kraft- Straße 2	01.02.2005	550 kW	400 kW	150 kW	01.01. - 31.12.07	4.195 €
34	SchV	Knauerstraße 20	01.02.2006	500 kW	450 kW	50 kW	01.01. - 31.12.07	1.398 €
35	SchV	Wiesenstraße 68	01.02.2006	540 kW	490 kW	50 kW	01.01. - 31.12.07	1.398 €
36	SchB	Müllnerstraße 17	01.02.2006	850 kW	750 kW	100 kW	01.01. - 31.12.07	2.797 €
37	J	Maxfeldstraße 27-29 und Löbleinstraße 8	01.02.2006	139 kW	100 kW	39 kW	01.01. - 31.12.07	1.091 €
38	OA	Innerer Laufer Platz 3	01.02.2006	221 kW	180 kW	41 kW	01.01. - 31.12.07	1.147 €
39	NüSt	Johannisstraße 31-33	01.02.2006	580 kW	550 kW	30 kW	01.01. - 31.12.07	839 €
40	BBZ	Berliner Platz 26	01.07.2006	1.250 kW	1.000 kW	250 kW	01.01. - 31.12.07	6.991 €
41	BBZ	Schoppershofstraße 101	01.11.2006	3.500 kW	3.000 kW	500 kW	01.01. - 31.12.07	13.983 €
42	SchV	Bartholomäusstraße 16	01.06.2008	650 kW	420 kW	230 kW	01.06. - 31.12.07	3.752 €
43	SchV	Röthenbacher Landgr. 65	01.09.2007	170 kW	130 kW	40 kW	01.09. - 31.12.07	373 €
44	SchV	Neptunweg 19	01.09.2007	440 kW	420 kW	20 kW	01.09. - 31.12.07	186 €
45	SchV	Adam-Kraft-Straße 2	01.09.2007	400 kW	370 kW	30 kW	01.09. - 31.12.07	280 €
45	SchV	Adam-Kraft-Straße 2	01.09.2007	400 kW	370 kW	30 kW	01.09. - 31.12.07	280 €
46	J	Röthenbacher Landgr. 63	01.09.2007	170 kW	110 kW	60 kW	01.09. - 31.12.07	559 €
<b>Summe</b>						<b>8.935 kW</b>		<b>244.391 €</b>

Dämmung oberster Geschossdecken					2007
Lfd. Nr.	Objekt	Straße	Liegenschaft	Fläche in m <sup>2</sup>	Einbaujahr
1	SHA	Großweidenmühlstraße 43	Wohnheim	250	2001
2	SHA	Rothenburger Straße 45	Ämtergebäude	500	2001
3	SchB	Fürther Straße 77	Berufsschule B3	100	2001
4	LA/EP	Äußere Laufer Gasse 25	Ämtergebäude	200	2001
5	3.BM/SchG	Löbleinstraße 8	Hans-Sachs-Gymnasium	1200	2002
6	J	Dunantstraße 8	Kinderhort	320	2002
7	ZD	Theresienstraße 1	Ämtergebäude	240	2002
8	SchV	Regenbogenstraße 73	Regenbogenschule	820	2003
9	SchV	Fürreuthweg 95	Volksschule	340	2003
10	3.BM/SchG	Gibitzenhofstraße 135	Sigena-Gymnasium	750	2003
11	ZD	Hauptmarkt 18	Ämtergebäude	800	2003
12	SHA	Adam-Klein-Straße 6	Nachbarschaftshaus Gostenhof	500	2004
13	OA	Innerer Laufer Platz 3	Ämtergebäude	180	2004
14	KuF	Marthastraße 60	Loni-Übler-Haus	450	2004
15	J	Adam-Klein-Straße 37a	Kindertagesstätte	220	2004
16	SchV / J	Karl-Schönleben-Straße 100	Volksschule, Hort	1100	2005
17	J	Eberhardshofstraße 10a	Jugendfreizeitheim Gost	550	2005
18	SchB	Schönweißstraße 7	Berufsschule B4/15	600	2005
19	LA	Äußere Laufer Gasse 25-29	Ämtergebäude	500	2005
20	ZD	Fünferplatz 2	Ämtergebäude	420	2005
21	SchV	Wiesenstraße 68	Wiesenschule	1500	2005
22	SchV	Bucher Hauptstraße 50	Volksschule	200	2005
23	BANOS	An der Wind	Wohnhaus	200	2005
24	SchV	Heroldsberger Weg 4	Volksschule	170	2005
25	BANOS	Dickensstraße	Bauhof	250	2005
26	SpS	Bad Bernecker Straße	Sportstätte/Umkleide	100	2005
27	SchV	Heroldsberger Weg 41a	Volksschule	580	2006
28	J	Reutersbrunnenstraße 34	Wohnheim	880	2006
29	SchB	Pilotystraße 4	Berufsschule B7	700	2006
30	SchV	Holsteiner Straße 2a	Wahlerschule	890	2006
31	BANOS	Habsburgerstraße 31	Feuerwehr/Wohnhaus	150	2006
32	SchV	Oedenberger Straße 135	Konrad-Groß-Schule	1050	2006/2007
33	3.BM/SchG	Bielingplatz 2	Peter-Vischer-Schule	1800	2006/2007
34	SchV	Hopfengartenweg 23	Volksschule	250	2007
35	SchV	Herschelplatz 1	Volksschule	1300	2007
36	ZD	Rathausplatz 2	Altes Rathaus	700	2007
37	SchV	Leerstetterstraße 3	Kettlerschule	1340	2007
38	SchV	Schweinauer Straße 20	Volksschule St. Leonhard	1580	2007
39	SchV	Beckmannstraße 2	Volksschule	470	2007
40	KuF	Philipp-Koerber-Weg 1	Villa Leon	280	2007
41	Tg	Mittelbügweg/Schwaig	Winterstall/Wohnhaus	360	2007
42	SchV	Neue Hegelstraße 17	Hegelschule	1620	2007
43	HfM	Veilhofstraße 34	Kapelle	170	2007
44	J	Brehmstraße 15	Kinder- und Jugendhaus	220	2007
45	SchV	Sperberstraße 85	Sperberschule	1580	2007
<b>Summe</b>				<b>28.380</b>	

Blockheizkraftwerke der Stadt Nürnberg					2007	
Lfd. Nr.	Straße	Liegenschaft	Inbetr.- nahme	Thermische Leistung	Elektrische Leistung	
1	Augustenstraße 30	Berufsschule 1	2000	12,5 kW	5,0 kW	
2	Augustenstraße 30	Berufsschule 1	2000	12,5 kW	5,0 kW	
3	Hegelstraße 17	Friedrich-Hegel-Schule	2001	12,5 kW	5,0 kW	
4	Hegelstraße 17	Friedrich-Hegel-Schule	2001	12,5 kW	5,0 kW	
5	Insel Schütt 5	Schule Insel Schütt	2002	12,5 kW	5,0 kW	
6	Insel Schütt 5	Schule Insel Schütt	2002	12,5 kW	5,0 kW	
7	Platnersberg	Altenheim Platnersberg	2004	12,5 kW	5,0 kW	
8	Adolf-Braun-Straße 33	Klärwerk 1	2004	1000,0 kW	836,0 kW	
9	Adolf-Braun-Straße 33	Klärwerk 1	2004	1000,0 kW	836,0 kW	
8	Jean Paul Platz 10	Schule Jean Paul Platz	2005	12,5 kW	4,7 kW	
9	Donaustraße 90	Tiefbauamt	2005	12,5 kW	4,7 kW	
12	Schönweißstraße 7	Berufsschule 4 / 14	2007	81,0 kW	50,0 kW	
13	Katzwanger Hauptstraße 21	NüBad/Hallenbad Katzwang	2007	180,0 kW	120,0 kW	
<b>Gesamte installierte Leistungen</b>				<b>2373,5 kW</b>	<b>1886,4 kW</b>	

Thermische Solaranlagen der Stadt Nürnberg					2007	
Lfd. Nr.	Straße	Liegenschaft	Inbetr.- nahme	Kollektor- fläche	Art der Kollektoren	
1	Hummelsteiner Weg	Schulgebäude	1988	80 m <sup>2</sup>	Luftkollektoren	
2	Großreuther Straße	ASN	1991	120 m <sup>2</sup>	Luftkollektoren	
3	Röthenbacher Hauptstraße	Spielhaus Aktivspielplatz	1992	40 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
4	Breslauer Straße	Hallen-/Freibad Langwasser	1994	120 m <sup>2</sup>	Luftkollektoren	
5	Augustenstraße	Berufsschule 1	1996	4 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
6	Beuthener Straße	Sportplatz Zeppelinfeld	1998	25 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
7	Am Tiergarten	Delphinarium	1999	210 m <sup>2</sup>	Luftkollektoren	
8	Hans-Kalb-Straße	Gartenbauamt Bezirkshof Südost	2002	11 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
9	Großweidenmühlstraße	SHA - Haus Großweidenmühle	2002	21 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
10	Hans-Kalb-Straße	Stadionfreibad	2003	16 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
11	Braillestraße	Gartenbauamt Bezirkshof Nord	2003	11 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
12	Pommernstraße	Schulzentrum Südost	2003	18 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
13	Georg-Ledebourstraße	Schulgebäude	2004	20 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
14	Adolf-Braun-Straße	Sportplatz Fuchsloch	2004	15 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
15	Veilhofstraße 30	Feuerwache 2	2006	16 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
16	Allersberger Straße 120	NüBad - Südstadtbad	2008	400 m <sup>2</sup>	EPDM - Absorbermatten	
17	San Carlos Straße 4	Turnhalle Röthenbach	2008	20 m <sup>2</sup>	Flachkollektoren	
<b>Installierte Gesamtfläche</b>				<b>1147 m<sup>2</sup></b>		

PV-Anlagen der Stadt Nürnberg					2007
Lfd. Nr.	Straße	Liegenschaft	Inbetr.- nahme	Modul- fläche	Leistung
1	Max-Planck-Straße 1	Hochbauamt Werkstätten	1989	30,0 m <sup>2</sup>	3,0 kWp
2	Augustenstraße 30	Berufsschule 1	1990	6,5 m <sup>2</sup>	0,7 kWp
3	Bielingplatz 2	Peter-Vischer- Schule	1995	10,0 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
4	Äußere Bayreuther Straße 8	Rudolf-Diesel-Fachschule	1996	10,0 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
5	Gibitzenhofstraße 151	Pirckheimer Gymnasium	1997	17,0 m <sup>2</sup>	1,6 kWp
6	Plärrer –Verkehrinsel	Überdachung VAG	1998	48,0 m <sup>2</sup>	4,8 kWp
7	Labenwolfstraße 10	Labenwolf Gymnasium	1998	10,0 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
8	Katzwanger Hauptstraße 19	Volksschule Katzwang	1998	10,0 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
9	Am Tiergarten 30	Delphinarium	1999	75,0 m <sup>2</sup>	8,4 kWp
10	Marientorgraben 8	Norishalle	1999	43,0 m <sup>2</sup>	4,3 kWp
11	Pilotstraße 4	Berufsschule 7	2003	22,0 m <sup>2</sup>	1,8 kWp
12	Georg-Ledebour-Straße 7	Georg-Ledebour-Schule	2004	10,0 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
13	Max-Morlock-Platz 1	Frankenstadion	2004	130,0 m <sup>2</sup>	13,0 kWp
14	Sulzbacher Straße 102	Berufsschule 3	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
15	Schönweißstraße 7	Berufsschule 14	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
16	Beckmannstraße 2	Beckmannschule	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
17	Bismarckstraße 20	Bismarckschule	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
18	Sielstraße 17	Dürer Gymnasium	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
19	Sielstraße 15	Förderzentrum Bärenschanze	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
20	Rollnerstraße 15	FOS/BOS	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
21	Dunantstraße 10	GT Dunantstraße	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
22	Fischbacher Hauptstraße 118	GT Fischbach	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
23	Löbleinstraße 10	Hans-Sachs Gymnasium	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
24	Weddingenstraße 21	Neues Gymnasium	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
25	Preißlerstraße 6	Preißlerschule	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
26	Reuthleser Straße 6	Schule Großgründlach	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
27	Thusneldastraße 5	Thusneldaschule	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
28	SUN-Klärwerk 1	Schwachlastbiologie	2004	43 m <sup>2</sup>	4,3 kWp
29	SUN-Klärwerk 1	Rücklaufschlammumpwerk 3	2004	12 m <sup>2</sup>	1,2 kWp
30	SUN-Klärwerk 1	Einlaufbereich	2004	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
31	SUN-Klärwerk 2	Hochlastbiologie	2004	12 m <sup>2</sup>	1,2 kWp
32	SUN-Klärwerk 2	Schwachlastbiologie	2004	20 m <sup>2</sup>	1,9 kWp
33	SUN-Kanalbetrieb	SUN	2006	49 m <sup>2</sup>	4,9 kWp
34	Kernstraße	Berufsschule 2	2006	10 m <sup>2</sup>	1,0 kWp
35	Gibitzenhofstraße 151	Pirckheimer Gymnasium	2007	17 m <sup>2</sup>	1,8 kWp
<b>Installierte Gesamtfläche und -leistung</b>				<b>734,5 m<sup>2</sup></b>	<b>73,9 kWp</b>

PV-Anlagen von Privatinvestoren auf Dächern der Stadt Nürnberg					2007
Lfd. Nr.	Straße	Liegenschaft	Inbetr.- nahme	Modul- fläche	Leistung
1	Schaffhofstraße 25	Staatl. FOS	1999	100 m <sup>2</sup>	10,0 kWp
2	Holsteiner Straße 2A	Wahlerschule	2000	100 m <sup>2</sup>	10,5 kWp
3	Am Röthenbacher Landgraben 65	Helene-von-Forster Schule	2001	230 m <sup>2</sup>	23,0 kWp
4	Augustenstraße 30	Berufsschule 1	2002	400 m <sup>2</sup>	40,0 kWp
5	Herriedener Straße 29	Robert Bosch Schule	2002	270 m <sup>2</sup>	27,0 kWp
6	Hintere Insel Schütt 5	Grundschule Insel Schütt	2002	400 m <sup>2</sup>	40,0 kWp
7	Nunnenbeckstraße 40	Wirtschaftsschule	2002	60 m <sup>2</sup>	6,0 kWp
8	Bayernstraße 100	Kongresshalle	2003, 2006	2400 m <sup>2</sup>	295,0 kWp
9	Hermann-Kolb Straße 53	Volksschule Altenfurt	2003	240 m <sup>2</sup>	24,0 kWp
10	Wiesenstraße 68	Grund-u. Hauptschule	2003	300 m <sup>2</sup>	30,0 kWp
11	Münchener Straße 21	Meistersingerhalle	2004	650 m <sup>2</sup>	65,0 kWp
12	Holsteiner Straße 2A	Wahlerschule; 2. BA	2004	270 m <sup>2</sup>	27,5 kWp
13	Pommernstraße 10	Schulzentrum Südwest	2004	450 m <sup>2</sup>	44,2 kWp
14	Äußere Bayreuther Straße 8	Berufsbildungszentrum	2005	870 m <sup>2</sup>	87,1 kWp
15	Donaustraße 90	Tiefbauamt	2005	630 m <sup>2</sup>	62,9 kWp
16	Sulzbacher Straße 102	Berufsschule 3	2005	200 m <sup>2</sup>	19,8 kWp
17	Jean-Paul-Platz 10	Förderzentrum	2005	300 m <sup>2</sup>	30,9 kWp
18	Herschelplatz 1	Friedrich-Wilhelm-Herschel Schule	2005	50 m <sup>2</sup>	5,4 kWp
19	Hummelsteiner Weg 25	Volksschule	2006	320 m <sup>2</sup>	31,9 kWp
20	Innerer Laufer Platz 11	Willstädter Gymnasium	2006	410 m <sup>2</sup>	41,0 kWp
21	Neunhofer Hauptstraße 73	Schule im Knoblauchsland	2006	700 m <sup>2</sup>	69,1 kWp
22	Max-Morlock-Platz 1	Frankenstadion	2006	1400 m <sup>2</sup>	138,8 kWp
23	Schulheißhalle 1	Martin-Behaim Gymnasium	2006	420 m <sup>2</sup>	43,5 kWp
24	Merseburger Straße 4	Veit-Stoß Realschule	2006	310 m <sup>2</sup>	30,9 kWp
25	Leerstetter Straße 3	Ketteler-Schule	2006	250 m <sup>2</sup>	24,9 kWp
26	Hermann-Kolb Straße 53	Volksschule Altenfurt	2006	390 m <sup>2</sup>	39,0 kWp
27	Hermann-Kolb Straße 53	Volksschule Altenfurt	2006	240 m <sup>2</sup>	24,0 kWp
28	Neptunweg 19	Volksschule	2007	360 m <sup>2</sup>	36,6 kWp
29	Schönweißstraße 7	Berufsschule 4/14	2007	230 m <sup>2</sup>	23,1 kWp
30	Beckmannstraße 2	Beckmannschule	2007	450 m <sup>2</sup>	44,6 kWp
31	Fischbacher Hauptstraße 118	Schule Fischlach	2007	180 m <sup>2</sup>	17,6 kWp
<b>Installierte Gesamtfläche und -leistung</b>				<b>13.580,0 m<sup>2</sup></b>	<b>1.413,3 kWp</b>

**Verzeichnis Dienststellen und Eigenbetriebe 2007**

<b>Kurzbe- zeichn.</b>	<b>Dienststellen und Eigenbetriebe</b>	<b>Kurzbe- zeichn.</b>	<b>Dienststellen und Eigenbetriebe</b>
OBM	Oberbürgermeister	KuKuQ	KunstKulturQuartier
2. BM	2. Bürgermeister	KuM	Museen der Stadt Nürnberg
3.BM	3. Bürgermeister - Geschäftsbereich Schule	LA	Liegenschaftsamt
3.BM/PI	3.BM / Pädagogisches Institut	ML	Marktamt, Landwirtschaftsbehörde
3.BM/ SchG	3. BM / Bereich für Gymnasien und Realschulen	NüBad	Eigenbetrieb NürnbergBad
REF. I	Referat für Allgemeine Verwaltung	NüSt	Eigenbetrieb NürnbergStift
REF. II	Finanzreferat	OA	Ordnungsamt
REF. III	Umweltreferat	OrgA	Organisationsamt
REF. IV	Kulturreferat	PA	Personalamt
REF. V	Referat für Jugend, Familie u. Soziales	Pr	Presseamt
REF. VI	Baureferat	Rpr	Rechnungsprüfungsamt
REF. VII	Wirtschaftsreferat	RA	Rechtsamt
ASD	Allgemeiner Sozialdienst	SchB	Amt für Berufliche Schulen
ASN	Eigenbetrieb Abfallwirtschaft und Stadtreinigung	SchV	Amt für Volksschulen und Förderschulen
Av	Stadtarchiv	SenA	Seniorenamt
BAN	Bürgeramt Nord	SHA	Sozialamt
BAO	Bürgeramt Ost	SpS	SportService Nürnberg
BAS	Bürgeramt Süd	St	Steueramt
BgA	Bürgermeisteramt	StA	Amt für Stadtforschung und Statistik
BoB	Bauordnungsbehörde	StB	Stadtbibliothek
BZ	Bildungszentrum	Stk	Stadtkämmerei
EP	Einwohneramt	StN	Standesamt
Frh	Friedhofsverwaltung	Stpl	Stadtplanungsamt
FSN	Eigenbetrieb Frankenstadion	SUN	Eigenbetrieb Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg
FW	Feuerwehr	T	Tiefbauamt
GBA	Gartenbauamt	Tg	Tiergarten
Geo	Amt für Geoinformation	UwA	Umweltamt
Gh	Gesundheitsamt	Vpl	Verkehrsplanungsamt
H	Hochbauamt	WiV	Amt für Wirtschaft
IB	Amt für Internationale Beziehungen	WS	Amt für Wohnen und Stadterneuerung
J	Jugendamt	ZD	Zentrale Dienste
Ka	Stadtkasse		
KuF	Amt für Kultur und Freizeit		

## **Ausgewählte Projekt-Infos**

In sehr vielen Schulen und Verwaltungsgebäuden der 50er bis 70er Jahre findet man Heizkörper vor verglasten Flächen. Die Verglasungen sind entsprechend dem Baujahr meist als Einscheibenverglasung ausgeführt. Aufgrund der Eigenschaft von nicht bedampften Normalglas, etwa 20 % von Wärmestrahlen zu reflektieren, und den Rest zu absorbieren, stellt sich die Frage, wie und welche Strahlungsschirme an bestehenden Heizkörpern angebracht werden können, und welcher Aufwand dem Nutzen gegenüber steht. Zusätzlich zeigt sich die Problemstellung bei der Sanierung von Glasfassaden mit bestehenden Heizkörpern. Die Hersteller der verglasten Elemente fordern hier eine gleichbleibende Temperatur an der Scheibenoberfläche zur Verhinderung von Spannungsrissen an den Scheiben.



Bild1: Situation in Gebäuden der 50er bis 70er Jahre

## 1. Die Ausgangssituation

Die Heizkörperindustrie bietet für viele neue Heizkörpertypen (Plattenheizkörper, Röhrenradiatoren, Konvektoren) unterschiedliche Strahlungsschirme an. Teilweise sind die Schirme bereits in die Heizkörper integriert (Konvektoren), teilweise werden sie erst nachträglich angebracht. Die am häufigsten anzutreffenden Bauarten sind: Blechschirme mit eingebauter hochwärme-dämmender Isolierung, evtl. mit angebrachter einseitiger Aluminiumfolie, und Strahlungsschirme aus Spezial-Sicherheitsglas, einseitig teilreflektierend, Stärke etwa 6 mm.

## Strahlungsschirme an bestehenden Heizkörpern vor Verglasungen

- ➔ Minimierung der Wärmeverluste
- ➔ Bei Sanierung der Glasfassade erforderlich

Zur Nachrüstung von bestehenden Heizkörpern können die industriell gefertigten Platten nur bedingt eingesetzt werden. Die unterschiedlichen Bauhöhen und die Anbringung der Plattenhalter an den Heizkörpern grenzen die Austauschvarianten sehr stark ein.

Möglich ist im begrenztem Maße die Verwendung der Strahlungsschirme von neuen Röhrenradiatoren an bestehenden Stahl- und Gussradiatoren. Die Bauhöhen stimmen bei den Stahlradiatoren (300, 450, 600 und 1.000 mm) überein, bei den Gussradiatoren (280, 380, 430, 580, 680 und 980 mm) bewegen sie sich zwischen den lieferbaren Höhen der Strahlungsschirme.

Eine industrielle Fertigung bzw. Systemanbieter von Strahlungsschirmen für bestehende Heizkörper ist nicht bekannt.

## 2. Die Gesetzeslage

Die Wärmeschutzverordnung 1995 forderte: „Werden Heizkörper vor außenliegenden Fensterflächen angeordnet, sind zur Verringerung der Wärmeverluste geeignete nicht demontierbare oder integrierte Abdeckungen an der Heizkörperrückseite vorzusehen. Der k-Wert der Abdeckung darf 0,9 W/(m<sup>2</sup>\*K) nicht überschreiten“. Eine Nachrüstpflcht von vorhandenen Heizkörpern gab es aber nicht.

In der Energieeinsparverordnung (EnEV) ist diese Forderung nicht mehr vorhanden. Kommentare zur EnEV lassen zu dem Schluss kommen, dass die Anbringung von Strahlungsschirmen vor verglasten Flächen mittlerweile Stand der Technik ist und daher nicht mehr in den Gesetzestext aufgenommen wurde.



### 3. Die Problemstellung

Aufgetaucht ist das Thema auch bei der Erneuerung der Westfassade des Sigena- Gymnasiums (Projekt-Info 20/2005). Die bestehenden Guss-Gliederheizkörper mit einer Bauhöhe von 380 und 580 mm mussten mit Strahlungsschirmen ausgestattet werden. Der Einsatz von industriell gefertigten Strahlungsschirmen wurde in Bezug auf Machbarkeit und Kosten hin geprüft. Die 16 Gussradiatoren wurden daraufhin mit handwerklich hergestellten Abschirmplatten aus verzinktem Stahlblech mit innenliegender 20 mm starker Mineralwollendämmung WLG 040 versehen.



Bild 2: Handwerklich gefertigter Blech-Strahlungsschirm vor erneuerter Fassade des Sigena-Gymnasiums



Bild 3: Neue Fassade des Sigena-Gymnasiums

- Blechstrahlungsschirme mit Dämmung und Alufolie, U-Wert 0,9, industriell gefertigt;
- Glasstrahlungsschirme aus Spezial-Sicherheitsglas, 6 mm, industriell gefertigt;
- Blechstrahlungsschirme mit Dämmung, U-Wert 1,3, handwerklich angefertigt;
- MDF-Holzfaserver-Strahlungsschirme, U-Wert 1,9, handwerklich angefertigt

**Kosten** einschließlich Montage und Halter je Heizkörper:

Die industriell gefertigten Blechschirme sind mit 1.200 EUR mit Abstand am teuersten. Die Glasschirme kommen auf 650 EUR. Die handwerklich angefertigten Blechschirme kosten etwa 500 EUR, und für die MDF- Holzfaserver-Schirme sind 300 EUR erforderlich.

#### **Machbarkeit:**

Die industriell angebotenen Blech- und Glasschirme müssten von der Bauhöhe 30 mm geringer ausgeführt werden. Die Baulänge kann in 45 mm-Abständen angepasst werden.

Die Halter entsprechen genau der Nabenlänge, und können daher verwendet werden.

Die handwerklich gefertigten Blechschirme und die MDF- Platten können exakt nach erforderlichen Maßen bestellt werden. Hierbei werden die Halter aus der Industrieproduktion verwendet.

#### **Funktionalität:**

Die Blechabschirmplatten der Heizkörperhersteller erfüllen alleine die Anforderung der WschVO 95 in Bezug auf den geforderten U-Wert.

Die Glasscheibe des Glasstrahlungsschirmes hat auf der heizkörperzugewandten Seite eine Spezialbeschichtung zur Erhöhung der Strahlungsreflexion und einer verringerten Abstrahlungseigenschaft mit der Emissionszahl von kleiner 0,3.

### 4. Die Projektbeschreibung

Der Einsatz von unterschiedlichen Strahlungsschirmen sollte anhand eines konkreten Objektes untersucht werden. Die Volksschule aus den Ende der 50iger Jahren in der Viatissstraße war dafür gut geeignet, da zwei gleichartige verglaste Treppenhäuser nebeneinander, und von außen gut sichtbar vorhanden sind. Außerdem gab es Thermografieaufnahmen vom Januar 2005 von den betreffenden Glaselementen.

In jedem Treppenhaus befindet sich auf dem Podest zwischen EG und OG ein Gussradiator mit 72 Gliedern, BH: 580 mm, BL: 3595 mm, BT: 110 mm. Die Heizkörper sind mit Standkonsolen am Boden befestigt. Die Platten müssen aufgrund eines in der Mitte angebrachten Pfostens für den Handlauf zweigeteilt werden.

Näher betrachtet wurden in Bezug auf Kosten, Machbarkeit und Funktionalität folgende Strahlungsschirme:





Bild 4: Perspektive für die Thermografieaufnahmen Bild 5 und 6 im Pausenhof der Schule Viatisstraße

Der handwerklich gefertigte Blechschirm wird aus verzinktem Stahlblech gefertigt, und mit 20 mm Mineralwolle (Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/m\*K) im Inneren gefüllt.

Der MDF- Holzfaser-Strahlungsschirm besteht aus einer hochwertigen Holzfaserplatte (**Mitteldichte Faserplatte**) mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,07 W/m\*K.

Die eigentliche Funktion der Strahlungsschirme ist einerseits die Vermeidung der Bestrahlung an die Fenster der von den Heizkörper ausgehenden Infrarotstrahlung. Andererseits sollte der Strahlungsschirm selber die aufgenommene Wärme als absorbierte Strahlung nicht an des Fenster abstrahlen. Der geforderte U-Wert lt. WschVO 95 ist kein alleiniges Kriterium um diese Eigenschaften zu bewerkstelligen.

Nach Abwägung der vorgenannten Sachverhalte wurden zwei Schirmarten in der Praxis umgesetzt. Je ein Heizkörper wurde mit einem handwerklich gefertigten Blechstrahlungsschirm und mit einem MDF- Strahlungsschirm ausgestattet (beide nicht lackiert).

## 5. Die Thermografieauswertung

Nachdem im Januar 2005 die Fassade mit den betreffenden Glaselementen thermografiert wurde, erfolgte im Januar und im März 2006 die Thermografieuntersuchung der beiden Glaselemente mit den montierten Strahlungsschirmen an den Heizkörpern.

Die Thermografieuntersuchungen zeigen deutliche Unterschiede bei den außen messbaren Wärmeverlusten für die Varianten Heizkörper mit und ohne Strahlungsschirm vor Verglasungen.

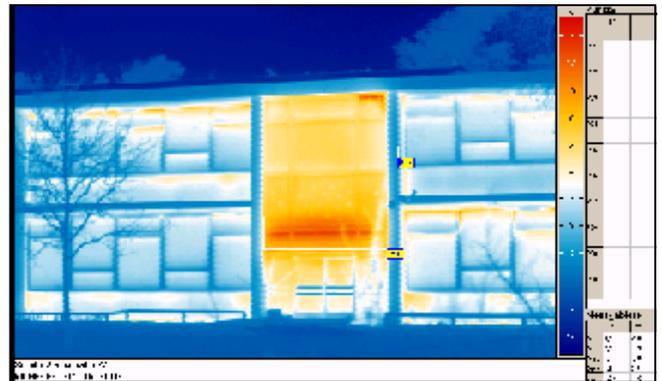


Bild 5: Thermografie ohne Strahlungsschirm

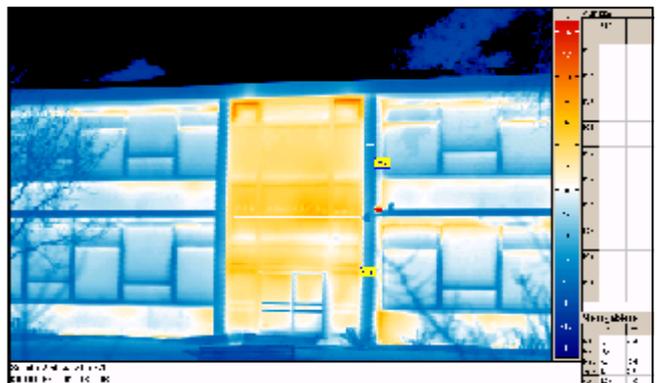


Bild 6: Thermografie mit Blechstrahlungsschirm

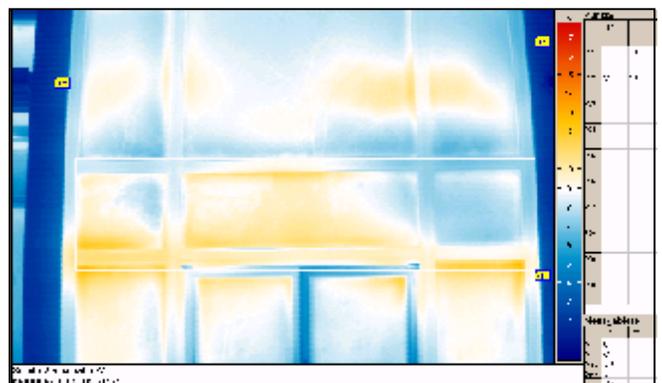


Bild 7: Thermografie mit MDF-Strahlungsschirm Nahaufnahme

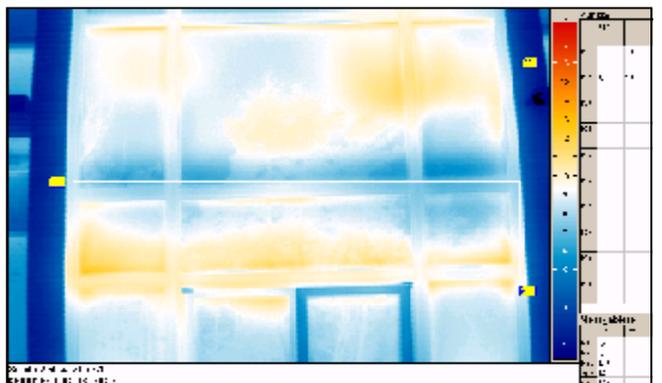


Bild 8: Thermografie mit Blechstrahlungsschirm Nahaufnahme



Die Variante ohne Strahlungsschirm lässt eindeutig relativ große Wärmeverluste über die Einscheibenverglasung des Treppenhauses erkennen, vgl. Bild 5. Am Messtag herrschten etwa 21 K Temperaturunterschied zwischen innen und außen. Der Heizkörper ist deutlich wahrnehmbar und die Wärmeverluste entsprechend groß.

Die Varianten mit Strahlungsschirm, vgl. Bilder 6 und 8 (Blechstrahlungsschirm) und Bild 7 (MDF-Strahlungsschirm), zeigen ein deutlich anderes Bild. Die Heizkörper sind von ihrer Lage her schon nicht mehr eindeutig lokalisierbar, obwohl nach wie vor Einscheibenverglasung vorhanden ist. Die Temperaturunterschiede zwischen innen und außen im Bild 5 und 6 betragen 25 bis 28 K, bei den Nahaufnahmen (Bild 7 und 8) 13 bis 14 K.

Die Wirkung hinsichtlich der Verringerung von Wärmeverlusten der Heizkörper (insbesondere vor Einscheibenverglasungen) mit Strahlungsschirmen lässt sich damit eindeutig belegen.

Die unterschiedlichen Wirkungen der beiden verwendeten Strahlungsschirme (Blechplatte und Holzfaser-Platte) lassen sich nicht eindeutig bewerten, da die Verhältnisse bei den Aufnahmen in den beiden Treppenhäusern nicht exakt gleich waren.

Die Wirkung der Strahlungsschirme im Vergleich mit dem Zustand ohne Schirm (vor einer Ein-Scheibenverglasung) ist eindeutig. Nach überschlägigen Berechnungen beträgt die Energieeinsparung in der Viatissstraße pro Heizkörper etwa 300 kWh/m<sup>2</sup>a (Basis: etwa 200 W Unterschied beim Wärmestrom ohne und mit Strahlungsschirm).

## 6. Ergebnis und Fazit

Tendenziell scheint der metallische Strahlungsschirm die Wärmeverluste etwas besser zu minimieren. Die Unterschiede sind allerdings minimal. Ähnlich gute Ergebnisse lassen sich mit einem MDF-Holzfaserverstrahlungsschirm und innen aufgebracht Aluminiumfolie erreichen, da die Folie einen hohen Reflexionsgrad aufweist.

Die Blech-Strahlungsschirme zeigen eine leichte Verformung, wenn sich der Heizkörper erwärmt. Beide Strahlungsschirmarten ließen sich einfach und leicht montieren.

Einige Vorzüge sprechen für den Schirm aus der MDF -Platte. Die Holzfaserplatte ist in jedem Fachmarkt zu erhalten, wird einfach auf das notwendige Maß zugeschnitten, verformt sich bei Erwärmung nicht, kann auch lackiert werden und ist optisch ansprechend, wenn gewünscht mit abgerundeten Ecken und Kanten. Der MDF- Schirm ist außerdem noch mit Abstand die preisgünstigste Variante.

Die Schirmstärke wurde an die von einem Heizkörperhersteller bestellten Schirmhalter angepasst. Die Halter können teilweise zwischen den Gliedern angeordnet werden bzw. mit Blechen unterfüttert werden. Eine Bemusterung von den Haltern im Vorfeld an den vorhandenen Heizkörpern ist unbedingt notwendig.

Der Wärmeverlust über die Verglasung ohne Abschirmung beträgt ca. 15% der Heizkörperleistung. Dieser Verlust ist doch beachtlich, und sollte soweit die Möglichkeiten bestehen durch die Montage von preisgünstigen Strahlungsschirmen unterbunden werden. Rechnerisch ergibt sich eine Amortisationszeit von weniger als 10 Jahren.



Bild 9:

Heizkörper mit  
MDF-Holzfaserver-  
Strahlungsschirm  
In der Viatissstraße

### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: März 2006  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
Markus Aurbach, HLK-Techniker  
Eva Anlauff, Dipl. Ing. (BA) (Thermografie),  
Unterstützung: Werner Keilholz, Sven Schöll  
(Meister Servicebetrieb HKL)

### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Kommunales Energiemanagement  
Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[markus.aurbach@stadt.nuernberg.de](mailto:markus.aurbach@stadt.nuernberg.de)  
[eva.anlauff@stadt.nuernberg.de](mailto:eva.anlauff@stadt.nuernberg.de)

Das Sportzentrum in der Pommernstraße 10 wurde vor ca. 30 Jahren errichtet. Die Liegenschaft umfasst neben dem außenliegenden Sportplatz eine große Vier-Fach-Sporthalle, sowie acht Umkleidebereiche mit Duschen und Nebenräumen (Geräteräume, Platzwart, Außengeräte, WC's). Die Sporthalle hat die Abmessungen von 60 m \* 27 m (Länge \* Breite).

Das Sportzentrum wird tagsüber von Schülern der anliegenden Schulen (Peter-Henlein-Realschule und Sigmund-Schuckert-Gymnasium) genutzt. Abends und am Wochenende wird die Halle von den Sportvereinen stark frequentiert. Am Wochenende finden häufig Turnier- und Ligaspiele mit entsprechend vielen Besuchern statt. Die Anlage wird durch einen Platzwart des SportService Nürnberg (SpS) betreut.



Bild 1: Die Vier-Fach-Sporthalle in der Pommernstraße.

## 1. Die Ausgangssituation

Die Technik zur Beheizung, Belüftung und Steuerung der Sporthalle ist im unterkellerten Bereich untergebracht. Im Einzelnen sind dies: die beiden Lüftungsanlagen für die Halle sowie den Umkleide- und Duschbereich, die Warmwasserbereitung mit thermischer Solaranlage, die Regel- und Steueranlage, die Heizkreise für die Fußbodenheizung der Halle und den Umkleide- und Duschbereich sowie der statischen Heizflächen der Nebenräume.

## Ventilator austausch und neues Lüftungs- und Regelkonzept Sportzentrum Pommernstraße

➔ Stromverbrauchssenkung von 80 %

➔ Bedarfsgesteuerte Luftmengenregelung über Luftqualität und Feuchte

Aufgrund des hohen Alters der Anlagen wurde eine Untersuchung zur Einsparung von Elektro- und Heizenergie durchgeführt. Genauer betrachtet wurden dabei die Lüftungsanlagen, sowie die Steuer- und Regelanlage. Die Untersuchung ergab ein hohes Einsparpotential von elektrischer Energie, besonders im Bereich der Ventilatoroptimierung. Die daraufhin erfolgte Feinanalyse der gesamten Anlagenkonzeption zeigte, dass der Austausch der Ventilatoren und der Steuer- und Regelanlage in Verbindung mit einer bedarfsabhängigen Regelstrategie eine hochwirtschaftliche Maßnahme darstellt.

## 2. Die Projektbeschreibung

Die einzelnen Gebäudebereiche hatten folgende technische Ausstattung:

### Sporthalle

- Zu- und Abluft-Zentralgerät mit Filter, Mischkammer und Erhitzer; Luftmenge lt. Gerätekarte: 40.000 m<sup>3</sup>/h; die gemessene Luftmenge im Umluftbetrieb betrug 24.000 m<sup>3</sup>/h.
- Sportbodenheizung als Grundlastheizung; der Rest erfolgte über die Lüftungsanlage.
- Zu- und Abluftgitter gegenüberliegend angeordnet; beide Gitterarten als gleicher Typ und Fabrikat (wegen der breiten Lamellen und engen Zwischenräume oft als „Turnhallengitter“ bezeichnet); Anordnung in einer Höhe von je 2,5 m.
- Regelung der Raumtemperatur über die manuelle Vorgabe der Zulufttemperatur; aufgrund der schlechten Erwärmung der Halle war die Lüftung im Tagbetrieb in Stufe 2 geschaltet, im Nachtbetrieb in Stufe 1, in den Ferien (ohne Heizbedarf) aus.



#### Umkleidetrakt

- Zuluft-Zentralgerät mit Filter und Erhitzer; Luftmenge lt. Gerätekarte: 9.000 m<sup>3</sup>/h; die gemessene Luftmenge betrug 9.000 m<sup>3</sup>/h.
- Fußbodenheizung als Grundlastheizung; der Rest erfolgte über die Lüftungsanlage.
- Zu- und Abluftgitter jeweils in den Umkleide- und Duschbereichen.
- Regelung der Raumtemperatur über die manuelle Vorgabe der Zulufttemperatur; im Tagbetrieb in Stufe 2 geschaltet, im Nachtbetrieb in Stufe 1, in den Ferien (ohne Heizbedarf) aus.
- Abluft über 4 Dachventilatoren, parallel mit der Zuluftanlage geschaltet.

Bei der durchgeführten Feinanalyse wurden die Funktionen der bestehenden Anlagen dokumentiert, Messungen an den Ventilatoren durchgeführt und die Hinweise der Nutzer bezüglich der unbefriedigenden Beheizung und Belüftung der Halle aufgenommen. Zusätzlich wurde die vorhandene Regelanlage auf Funktion und Parametrierung geprüft. Die Vergleichsberechnungen von vorhandenen und im sanierten Zustand zu erwartenden Stromverbräuchen, die Auswertung der Regelparameter sowie die unzureichende Beheizung der Sporthalle führten zum Entschluss, die Anlagen möglichst schnell zu sanieren. Die Überprüfung der Lufteinbringung in die Halle zeigte, dass die vorhandenen Zuluftgitter nicht geeignet waren die Halle mit angewärmter Luft effektiv zu durchströmen. Durch die große Gitterfläche und die fest eingestellten Lamellen wurde die Warmluft nach Eintritt in die Halle unweigerlich nach oben gelenkt. Durch die hohe Halle bildete sich an der Decke ein Warmluftpolster, während sich am Boden durch die Konvektion und durch Gebäudeundichtigkeiten Kaltluft ansammelte. Durch die hohen Luftmengen kam es auch noch zu Zugerscheinungen im Aufenthaltsbereich.

Nachdem die Kunststoffleitungen der Fußbodenheizung gespült wurden, ist eine Thermographieaufzeichnung der einzelnen Kreise durchgeführt worden. Aufgrund der ermittelten Daten (Rohrabstände, Oberflächentemperaturen, Vor- und Rücklauftemperaturen) konnten die notwendigen Parameter für die neue Umwälzpumpe und die Einstellungen der Regel- und Steueranlage errechnet werden.

Der **Sanierungsumfang** betraf die Bereiche:

#### Zentralgeräte Sporthalle und Umkleidetrakt

- Austausch der veralteten Ventilatoren einschließlich Motoren gegen hocheffiziente Ventilatereinheiten mit rückwärtsgekrümmten Schaufelrädern, exakt dimensionierten und effizientem Motor und Flachriemenantrieb (siehe auch Projekt-Info 18/2005).



Bild 2: Neu montierter Abluftventilator Sporthalle; ausgestattet mit rückwärts gekrümmten Schaufelrad, Flachriemenantrieb und Motor für Betrieb mit stufenloser Frequenzumformersteuerung.

- Austausch der veralteten Regel- und Steuerungsanlage gegen eine frei programmierbare digitale Automationsstation (DDC) mit der Möglichkeit der Fernvisualisierung über die Gebäudeleittechnik (GLT).

#### Sporthalle:

- Umrüstung der Sportbodenheizung von Grundlastbetrieb auf volle Heizleistung.
- Austausch der Zuluftgitter gegen Diffusionsgitter mit selbsttätiger Luftstrahl lenkung durch selbsttätige Verstellung der hinteren Lamellen mit einem thermostatischen Temperaturwertgeber; in ballwurf-sicherer Ausführung, speziell für Sporthallen. Etwa die Hälfte des neuen Gitters ist mit einem Blinddeckel versehen, um die effektive Austrittsgeschwindigkeit nochmals zu erhöhen. Durch die optimierte Lufteinbringung der neuen Gitter findet der Luftaustausch zum Großteil im Aufenthaltsbereich statt.
- Ausstattung mit Luftqualitätsfühler (CO<sub>2</sub>) und Raumfühler je Hallenteil zur bedarfsgeregelten Steuerung der Luftmengen in der jeweiligen Betriebsart.

#### Umkleidetrakt:

- Umrüstung der Fußbodenheizung von Grundlastbetrieb auf volle Heizleistung.
- Ausstattung mit Feuchtefühler je Dusche, und Raumtemperaturfühler je Umkleidebereich zur bedarfsgeregelten Feuchteabführung bei Duschbetrieb und Raumtemperaturüberwachung.



Bild 3: Mittlerweile ausgebaut: Lochblechgitter zur Luftmengenreduzierung.

### 3. Das Regelungskonzept

Die Regelung der beiden Lüftungsanlagen erfolgt bedarfsabhängig je nach Anforderung:

Die Anlage Sporthalle dient zur Aufrechterhaltung der Luftqualität, zur Beheizung an sehr kalten Tagen und zur sommerlichen Nachtkühlung.

Die Anlage Umkleidetrakt dient zur Entfeuchtung und zur sommerlichen Nachtkühlung.

Daraus ergeben sich unterschiedliche Betriebsarten für beide Anlagen: Lüfterneuerung, Heizung, Intensivlüftung, Erhaltungsbetrieb, Nachtkühlung und Entfeuchtungsbetrieb.

Grundsätzlich wird versucht, die Luftmengen gering zu halten und nur bei Bedarf mit entsprechend notwendigen Luftmengen die eigentlichen Aufgaben der Anlagen zu bewältigen.

Zur bedarfsabhängigen Steuerung sind folgende Komponenten notwendig: Stufenlos regelbare Ventilatoren mit frequenzumrichter gesteuerten Motoren; frei programmierbare Regelung zur Umsetzung der Betriebsarten; Luftqualitätsfühler über CO<sub>2</sub>-Sensor und Temperaturfühler in den Sporthallen; Feuchtfühler in den Duschen und eine intelligente und übersichtlich programmierte, für alle Bedarfsfälle angepasste Software.

### 4. Montage und Optimierung

Die Demontage und anschließende Montage der Ventilatoreinheiten erfolgte in den Osterferien 2006. Die großzügige Einbringöffnung und die große Zentrale erleichterten die Montage der großen Ventilatoreinheiten wesentlich.

Der Einbau war in drei Tagen realisiert. Die zusätzlichen Feldgeräte an den Lüftungsanlagen (Fühler, Thermostate, Drucktransmitter und Ventilantriebe) wurden anschließend montiert. Die Zuluftgitter in der Halle wurden in der zweiten Ferienwoche demontiert und zeitnah die neuen Gitter in die Öffnungen eingebaut.

Parallel erfolgte der Tausch der kompletten Regel- und Steueranlage während der Ferien. Die Feldgeräte für die Halle und den Umkleidetrakt (Raumtemperaturfühler, Luftqualitätsfühler und Feuchtfühler) wurden ebenfalls in der Ferienzeit angebracht und verdrahtet.

Am Druckstutzen des alten Zuluftventilators wurde ein verschmutztes Lochgitter entdeckt. Dies diente vor Jahrzehnten zur Einregulierung der Luftmengen. Diese Gepflogenheit vergangener Tage sollte durch den erhöhten Widerstand heute nicht mehr praktiziert werden, und wurde daher entfernt.

Die Optimierungsphase durch die Fernvisualisierung der Anlagenbilder konnte bereits kurz nach der Inbetriebnahme erfolgen. Durch Aufzeichnung und Auswerten von diversen Datenpunkten über längere Zeiträume (Trendfunktion) wurde geprüft, ob die geplanten Betriebsarten funktionieren, und ob plausible Ergebnisse in Bezug auf Energieeinsparung und Komfort erbracht werden. Ein weiteres Werkzeug zum Controlling und zur Optimierung stellen die im Schaltschrank installierten Energiezähler dar. Die regelmäßige Aufzeichnung der Stromverbräuche der einzelnen Ventilatoren ist ein wichtiges Instrument zur Bewertung der gesamten Anlagen während der Optimierungsphase und der ganzen Betriebszeit.

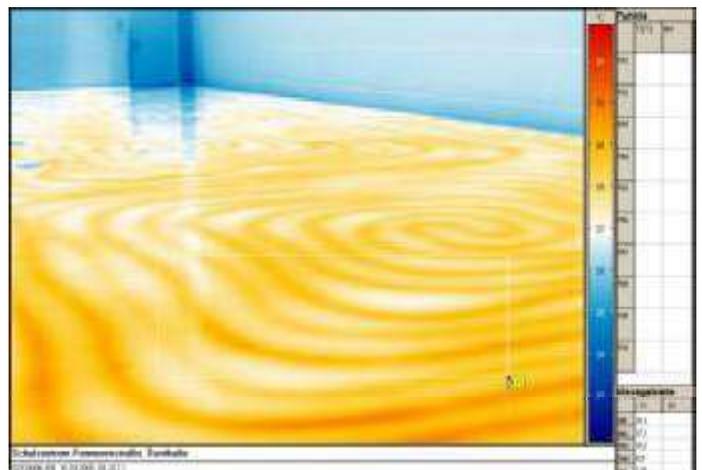


Bild 4: Thermografieaufnahme der Sportbodenheizung mit Aufzeichnung der mittleren Bodenoberflächentemperatur.

## 5. Energieeinsparung und Kosten

Nach der Bestandsaufnahme von Betriebszeiten und Regelparameter und aufgrund der Messungen der Wirkleistungen an den Ventilatoren wurde die Stromeinsparung berechnet.

Die Berechnung prognostizierte eine Gesamteinsparung an elektrischer Energie von 70 %.

Ein halbes Jahr vor dem Ventilatoraustausch wurde zur Kontrolle bereits ein Energiezähler in den bestehenden Schaltschrank eingebaut. Die Auswertung des gezählten „alten Verbrauches“ ergab einen hochgerechneten Jahresverbrauch von etwa 115.000 kWh.

Nach der Laufzeit von nun einem halben Jahr zeigt sich ein hochgerechneter Jahresstromverbrauch von etwa 23.500 kWh. Dies entspricht einer tatsächlichen Einsparung von ca. 80 %. Die in der Planungsphase erstellte Prognose wurde damit sogar noch übertroffen.

Die enorme Energieeinsparung ergibt sich zusätzlich zur bedarfgeführten Regelung durch drei Sachverhalte: Die nun vorwiegende Beheizung der Sporthalle mit der Sportbodenheizung. Dadurch kann die Laufzeit der Lüftung mit großen Luftmengen wesentlich verringert werden.

Das Kanalnetz der Hallenlüftung ist für die ursprünglich geplanten 40.000 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Daher kommen die Ventilatoren im Hallengerät mit sehr niedrigen Differenzdrücken zurecht, was sich ebenfalls stromsparend auswirkt.

Die neuen Lüftungsgitter erzeugen eine optimale Luftfeinbringung im Aufenthaltsbereich. Durch diese Effektivitätssteigerung kann mit weniger Luftmenge eine ausreichende Luftqualität erreicht werden.

Die Kosten für die Ventilatorumrüstung und dem Gitteraustausch betragen 34.000 EUR. Der Austausch der kompletten Regelanlage mit Verdrahtung und Feldgeräten kostete etwa 55.000 EUR. Betrachtet man nur die Kosten für den Ventilatoraustausch mit den Zuluftgittern zeigt sich eine Amortisationszeit von unter vier Jahren. Bei Ansatz der Gesamtkosten liegt diese bei etwa acht Jahren.



Bild 5: Alt: Häufig anzutreffendes „Turnhallengitter“



Bild 6: Neu: Selbsttätig verstellendes Zuluftgitter, ballwurfsicher

## 6. Fazit

Allein die Ventilatoren auszutauschen ist nicht unbedingt wirtschaftlich. Nur durch die Analyse der gesamten Anlagenkomponenten kann eine max. Energieeinsparung erreicht werden. Erst dann kann ein ganzheitliches Lüftungs- und Regelkonzept mit aktuellen Parametern für Luftmengen, Luftqualität und weiteren Vorgaben erstellt werden.

Häufig kann nicht nur elektrische Energie eingespart werden, sondern meist stellt sich auch durch die neuen Regelanlagen ein höherer Komfort ein.

Für neue Schaltanlagen bei Ventilatoren mit größeren Luftmengen sowie längeren Laufzeiten ist der Einbau von Energiezählern auf jeden Fall zu empfehlen. Durch die regelmäßige Aufzeichnung der Verbräuche kann eine Bewertung hinsichtlich Funktion, Wartung und in Verbindung mit einer Fernvisualisierung sogar eine schnelle und einfache Anlagenoptimierung vorgenommen werden.

### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: Dezember 2006  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
Markus Aurbach, HLK-Techniker  
Unterstützung: Klaus Blank, Meister  
Fachbereich Heizung, Lüftung, Klima

### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Kommunales Energiemanagement  
Mariantorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[markus.aurbach@stadt.nuernberg.de](mailto:markus.aurbach@stadt.nuernberg.de)  
[klaus.blank@stadt.nuernberg.de](mailto:klaus.blank@stadt.nuernberg.de)

Bild 1: Solarkollektoren auf dem Dach der Feuerwache 2



## 1. Die Feuerwache 2

Die Feuerwache 2, Baujahr 1912, liegt direkt am Wöhrder See in der Veilhofstrasse 30 und zeichnet sich durch Fachwerk an der Vorderfassade, Efeubewuchs auf der Rückseite sowie den markanten Schlauchturm aus. Im Haupt- und im benachbarten Nebengebäude ist die Abteilung Höhenrettung der Nürnberger Feuerwehr mit ca. 18 Personen untergebracht. Die Feuerwache ist im Schichtbetrieb rund um die Uhr besetzt. Im Hinblick auf die hohe Warmwasserabnahme empfiehlt sich der Einbau einer thermischen Solaranlage für die Erwärmung des Duschwassers.

## 2. Projektentwicklung

Aufgrund der Vermietung städtischer Dächer an private Betreiber von Photovoltaikanlagen standen zusätzliche Gelder zur Verfügung. Durch die Initiative des 3. Bürgermeisters, Geschäftsbereich Umwelt, sollten diese Gelder in die Realisierung eines solaren Modellprojekts fließen. Die restlichen fehlenden Mittel wurden über das Energieeinsparprogramm des Kommunalen Energiemanagements (KEM) finanziert. In enger Abstimmung zwischen 3. Bürgermeister, Geschäftsbereich Umwelt, und dem KEM fiel die Wahl auf die Feuerwache 2.

## THERMISCHE SOLARANLAGE auf der Feuerwache 2

- ➔ **Duschwasser zum Sonnenscheintarif**
- ➔ **Energieverbrauch minimieren**

## 3. Grunddaten und Systemtechnik

Die Warmwasserbereitung erfolgte bisher über einen neuwertigen 500 l-Warmwasserspeicher, welcher von der Fernwärmestation mit 440 kW ständig auf Solltemperatur (60°C) gehalten wurde.

Der hohe Duschwasserbedarf von bis zu 3.000 Litern täglich und die ganzjährige Abnahme von Warmwasser sind optimale Voraussetzungen für die Montage einer Solaranlage.

Um die Investitionskosten niedrig zu halten, wurde das bestehende Warmwassersystem mit 500 l-Speicher, Nachheizung und Leitungen beibehalten. Mittels der Solaranlage wird eine Vorerwärmung des Trinkwassers realisiert.

Hierzu wurde ein Solarpufferspeicher mit einer Frischwasserstation installiert, um das Trinkwasser im Durchflussverfahren zu erwärmen und die Bevorratung gering zu halten (Legionellenproblematik).

Zur Ausführung kam eine Flachkollektoranlage mit 16 m<sup>2</sup> Absorberfläche mit hochselektiver Beschichtung. Aufgrund der hohen Windangriffskräfte am sehr steilen Dach und der höheren Ästhetik wurden die Kollektoren als Indachversion gebaut.

Die Solarwärme wird in einem neuen Pufferbehälter (750 l) gespeichert. Beim Zapfen von Warmwasser wird das nachströmende kalte Trinkwasser über zwei Hochleistungswärmetauscher der Frischwasserstation erhitzt, welche mittels Ladepumpe die Solarwärme aus dem Pufferspeicher erhalten. Bei ausreichend vorhandenem Solarpufferinhalt wird das Warmwasser direkt auf Solltemperatur erwärmt und dem eigentlichen Warmwasserspeicher zugeführt. Wenn die Solarwärme nicht ausreicht, wird das Kaltwasser solar vorgewärmt und die Solltemperatur durch die Fernwärmestation erzeugt.

Aufgrund der gleichzeitigen Benutzung aller Duschen nach einem Einsatz ist eine hohe Dauerleistung der beiden Wärmetauscher (von Heizung auf Trinkwasser) von rund 146 kW erforderlich.





Bild 2: Warmwasserspeicher, Pufferspeicher und Solarkreisstation

Die Ladung des Puffers erfolgt in High-Flow-Funktion, wobei die zirkulierende Solarwassermenge durch eine stufenlos drehzahlgeregelte Pumpe erzeugt wird. Die neuen Solarleitungen wurden hydraulisch abgeglichen und konnten ohne größere bauliche Maßnahmen im freistehenden Schlauchturn verlegt werden. Um den realen Solarertrag ermitteln zu können, wurde zusätzlich ein Wärmemengenzähler installiert.

#### 4. Auslegung und Montage

Geplant und realisiert wurde die Anlage vom KEM des Hochbauamtes. Die Auslegung der Solaranlage erfolgte mit einem Simulationsprogramm. Ausgehend von dem hohen Warmwasserbedarf wurde eine Kollektorfläche von 16 m<sup>2</sup> errechnet. Die Solaranlage kann über das Jahr gesehen bis zu 23 % des Warmwasserbedarfes decken.

Die restliche Wärme wird durch die vorhandene Fernwärmestation bereitgestellt. Das Simulationsprogramm errechnete einen Systemnutzungsgrad von bis zu 54 %. Im Anschluß an die Ausschreibung erfolgte die Montage durch die Firma EnergieConcept GmbH aus Happurg. Die Installation begann im August 2006 und war nach kurzer Zeit abgeschlossen.

#### 5. Wirtschaftlichkeit und Fazit

Die Solaranlage ersetzt jährlich Fernwärmeenergie von bis zu 10.000 kWh. Darüber hinaus können auf diese Weise bis zu 2 t CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr vermieden werden. Bei Investitionskosten von etwa 23.000 EUR brutto ergibt sich eine günstige statische Amortisationszeit von ca. 13 Jahren; bei weiterhin steigenden Energiepreisen entsprechend kürzer. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gewährte einen Zuschuss von 874 EUR.



Bild 3: Hochleistungswärmetauscher der Frischwasserstation

#### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: Dezember 2006  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
Rainer Knaupp, Dipl.-Ing. (FH)

#### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Kommunales Energiemanagement  
Marienortgraben 11, 90402 Nürnberg  
[rainer.knaupp@stadt.nuernberg.de](mailto:rainer.knaupp@stadt.nuernberg.de)





Bild 1: Das Verwaltungsgebäude des Museum Industriekultur.

**Die erste städtische Holzpelletsanlage wurde im Dezember 2006 offiziell eingeweiht. Die Anlage wird damit jährlich etwa 200 Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen, und im gleichen Zeitraum umgerechnet 100.000 Liter Heizöl ersetzen.**

### 1. Das Museum

Mitte der 1980er Jahre entstand in Nürnberg ein neuartiger Museumstyp zwischen Technik-Kultur- und Sozialgeschichte: das Museum Industriekultur im Osten Nürnbergs. Standort des Museums ist die Halle einer ehemaligen Schraubenfabrik, die zum 1875 gegründeten und 1975 stillgelegten Eisenwerk Julius Tafel gehörte. Diese Halle mit einer Fläche von 6.000 m<sup>2</sup> ist - neben dem benachbarten Verwaltungsgebäude - das letzte noch bestehende Gebäude dieses einst sehr großen Industrieareals. Der Rest des ehemaligen Tafelwerks wurde 1984 abgerissen.

Ein Teil des Gebäudekomplexes wurde zum Theater umgebaut, und konnte 1987 als „Tafelhalle“ eröffnet werden.

### 2. Die Ausgangssituation

Aufgrund der Initiative des Umweltbürgermeisters Dr. Clemens Gsell wurde untersucht, ob der Einsatz einer Heizanlage mit regenerativen Rohstoffen (Holz) bei einem städtischen Gebäude möglich ist. In Frage kam nur eine Holzpelletsanlage, da hier der Wartungsaufwand relativ gering ist und der Lagerraum verhältnismäßig kleine Dimensionen annimmt. Ziel der Untersuchung war außerdem, möglichst die Verbrennung von Heizöl zu ersetzen.

## Holzpelletsheizkesselanlage im Verwaltungsgebäude des Museum Industriekultur

- ➔ Umstellung von Heizöl auf Holzpellets
- ➔ Nahwärmeleitung zur Versorgung der Grundheizlast des Museumskomplexes

Nach intensiver Besichtigung mehrerer ölbeheizter Liegenschaften wurde das Museum Industriekultur im Wärmeverbund mit der Tafelhalle als Standort für ideal befunden. Das Verwaltungsgebäude wurde bisher mit Heizöl beheizt. Der bestehende Ölkessel hatte bereits undichte Kesselglieder und hätte ohnehin ausgetauscht werden müssen.

Zusätzlich zur Versorgung des Verwaltungsgebäudes wurde ein Nahwärmeverbund mit der Gas-Heizzentrale im Museumsgebäude aufgebaut. Dieser Wärmeverbund erhöht die Auslastung der Holzanlage wesentlich. Bei einer Störung oder Wartung der Pelletsanlage kann Wärme auch vom Museum in das Verwaltungsgebäude transportiert werden.



Bild 2: Die Holzpelletskesselanlage mit Brennkammer, Wärmetauscher und Kesselpumpe.

### 3. Technik Kesselanlage und Bunker

Die Kesselanlage hat eine Nennleistung von 220 kW. Die Verbrennung erfolgt in der Hochtemperaturbrennkammer mit Vorschubrost und automatischem Transport der Rostasche in den Aschebehälter. Der senkrecht angeordnete Röhren-Wärmetauscher reinigt sich durch eine Federautomatik selbst.

Für optimierte Verbrennungswerte sorgt eine Regelung mit Erfassung des Restsauerstoffes (Lambdasonde), der Feuerraumtemperatur und des Feuerraumunterdruckes. Zur Steuerung der Kesselanlage mit allen Motoren und Sensoren ist ein separater Schaltschrank mit spezieller Automationsstation vorhanden. Die Kommunikation mit der übergeordneten Gebäude-Regelanlage wird mit Kontakten für Störung, Feuerung EIN / AUS und Betriebsmeldung aufrecht erhalten. Es erfolgt kein übergeordneter Eingriff auf die Leistung des Kessels. Diese wird über das Puffermanagement von der Kesselsteuerung geregelt. Eine Abgasrezirkulation dient zur Minimierung der Stickoxide und zur Verbesserung der Nachverbrennung.

Aufgrund der verengten Einbringverhältnisse mit einem maximalen Einbringmaß von einem Meter, wurde der Kessel zweigeteilt eingebracht. Der Brennraumblock wurde erst im Heizraum mit dem Wärmetauscher verbunden. Da der Heizraum 2,20 Meter tiefer liegt als der Flur wurde eine Einbringkonstruktion erstellt, an dem ein Kettenzug befestigt wurde. Die Heizzentrale hat eine Fläche von 34 m<sup>2</sup> und eine Raumhöhe von fünf Meter.

Der direkt anliegende ehemalige Heizöllageraum eignete sich gut als Pelletsbevorratungsbunker. Der Bunker hat eine Grundfläche von 14 m<sup>2</sup>, und eine lichte Höhe von 3,35 Meter. Durch den Höhenunterschied von 1,60 Meter zur Heizzentrale konnte eine einfache Austragung mit Schnecke und Fallschacht gewählt werden. Im Bunker wurde eine Gelenkarmaustragung eingebaut. Der Bunkerzwischenboden wurde aus OSB-Platten erstellt, bei einer Höhe von 0,50 Meter. Der fertiggestellte Bunker hat ein Bruttovolumen von 38 m<sup>3</sup>. Das Füllvolumen beträgt etwa 34 m<sup>3</sup>, was einem Pelletsgewicht von etwa 22 to entspricht.

Im Bunkerzwischenboden ist das Getriebe, ein Teil der Austragsschnecke und ein zusätzlicher Motor zum Antrieb der Gelenkarme eingebaut. Bei Hackschnitzelanlagen ist der vorgenannte Motor meist nicht notwendig. Da aber bei einer Pelletsbefüllung mit ausgestreckten Gelenkarmen durch das hohe Gewicht der Pellets sich die Arme nicht mehr einfahren lassen, müssen bei der Befüllung die Gelenkarme bewegt werden. Dies wird durch einen Schlüsselschalter in Kombination mit einem Zeitrelais bewerkstelligt.



Bild 3: Brennkammer mit Vorschubrost.

Um eine vollständige Entleerung des Bunkers, und damit auch der Austragschnecke zu vermeiden, ist ein Füllstandssensor in die Bunkerwand eingebaut. Der Sensor schaltet dann rechtzeitig die Feuerung aus.

Als Brennstoff werden ausschließlich zertifizierte Holzpellets nach DIN PLUS verwendet.

### 4. Hydraulik und Regelanlage

Eingebunden ist sowohl die Heizung des Verwaltungsgebäudes als auch das Heizungsnetz des Museums und der Tafelhalle über eine neu erstellte Nahwärmeleitung. Hiermit wurde eine Verbindung zwischen den beiden Heizzentralen des Museums und der Verwaltung hergestellt.

Ein Heizungspufferspeicher mit 4 m<sup>3</sup> Inhalt dient zur besseren Kesselauslastung, zur Spitzenlastabdeckung und als hydraulischer Trennspeicher zwischen Kessel und Heizungsnetz. Der Speicher wurde aufgrund der beengten Einbringung vor Ort geschweißt.

Die Einbindung der Nahwärmeleitung im Heizraum des Museums erfolgte zwischen der Verteilung und dem Rücklauf des Gaskessels. Während der kühleren Übergangszeit wird durch diese Rücklaufanhebung der Gaskessel nur selten nachgeheizt. Sollte Nachheizbedarf bestehen, ist er bereits im „warmen Startzustand“, und kann daher schnell eine angeforderte Spitzenlast abdecken. Bei milderer Außentemperaturen wird der Gaskessel aber nicht mehr durchströmt, da er nicht mehr benötigt wird. Die Kessel-Umgehung mit zwei Motorklappen wird von der Regelanlage gesteuert. Dadurch werden die Abstrahlverluste des Kessels minimiert.

Bei einer Störung am Pelletskessel bzw. bei Wartungs- oder Reinigungsarbeiten erfolgt eine automatische Umschaltung der Wärmeversorgung für das





Bild 4: Heizzentrale des Verwaltungsgebäudes vorher: Ölkesselanlage mit dem Heizkreis „Heizkörper Verwaltung“.

Verwaltungsgebäude über den Gaskessel im Heizraum des Museums. Für die Nahwärmeleitung ist nur eine Umwälzpumpe notwendig. Bei Wartung oder Störung werden Umschaltventile aktiviert, und der Vor- und Rücklauf vertauscht.

Diese automatische Umschaltung wird von der übergeordneten Gebäude-Regelanlage gesteuert. In der Heizzentrale der Pelletsanlage und in der Heizzentrale des Gaskessels befindet sich jeweils ein Schaltschrank mit einer Automationsstation (DDC) zur Steuerung der Heizkreise und der Wärmeerzeuger. Durch die Vernetzung der beiden Automationsstationen wird die Umschaltung ermöglicht.



Bild 5: Heizzentrale des Verwaltungsgebäudes nachher: Pelletskesselanlage mit Pufferspeicher und Verrohrung.

## 5. Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Einsparung

Der berechnete Brennstoffbedarf beträgt etwa 220 to im Jahr. Dies entspricht ungefähr einem Wärmeertrag von etwa 900 MWh. Hochgerechnet auf die Vollbenutzungsstunden sind dies über 4.000 Stunden. Diese hohe Zahl kann nur durch die Abdeckung der Grundlast des Museums incl. der Tafelhalle erreicht werden.

Bei dem oben genannten Verbrauch ergibt sich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber Gas von etwa 200 to im Jahr, gegenüber Heizöl sind es sogar 300 to.

Um die Verluste der Holzpelletsanlage regelmäßig zu bewerten, sind Energiezähler für den Stromverbrauch und für den Wärmeertrag installiert. Außerdem werden über die übergeordnete Gebäude-Regelanlage die Temperaturen des Wärmeerzeugers, des Pufferspeichers, der Nahwärmeleitung und die Abgastemperatur aufgezeichnet. Die Wärmemenge des Ertragszählers wird über M-Bus-Auslesung ebenfalls gespeichert.

Die Aufschaltung der Anlage auf die GLT ermöglicht durch Trendaufzeichnung eine zeitnahe Kontrolle der Funktion und der Effizienz der Anlagenkomponenten und der Feuerungsanlage.

## 6. Emissionen

Etwa 90% des emittierten Staubes ist Feinstaub. Der Staubgehalt der Rauchgase dieser Anlage beträgt etwa 20 bis 40 mg/Nm<sup>3</sup>. Der derzeitige Grenzwert lt. 1.BImSchV liegt bei 150 mg/Nm<sup>3</sup>.

In der Abgasleitung ist der nachträgliche Einbau eines Staubfilters jederzeit möglich und die Nachrüstung geplant, sobald auf dem Markt effektive und auf längere Betriebszeiten funktionierende Filter verfügbar sind.

## 7. Reinigung, Wartung und Asche

Die Reinigung der Kesselanlage und des Rauchrohres wird regelmäßig etwa alle zwei bis drei Wochen durchgeführt. Die Pelletslieferung und die Reinigung werden auf denselben Tag terminiert, um nur einmal den Kessel herunterzufahren.

Die Aschemenge entspricht etwa 0,4 Volumenprozent des Brennstoffverbrauches. Der Großteil der Asche wird im Rostaschebehälter gesammelt, aber auch unter dem Wärmetauscher und im Rauchrohr muss regelmäßig gereinigt und abgesaugt werden.

Zum Absaugen wird ein spezieller Staubsauger mit Stahlmülltonne als Vorfilter verwendet. Die Stahlmülltonne wird dann über den Hausmüll entsorgt.

Die regelmäßige Wartung der Anlagekomponenten wird zusammen mit der Reinigung erledigt. Die jährliche Wartung wird durch den Anlagenersteller durchgeführt.





Bild 6: Der Pelletsbunker.

### 8. Kosten

Die Gesamtkosten für die Erstellung der Anlage mit Kessel, Bunker, Verrohrung, Regelung, Nahwärmeleitung und baulichen Umbaumaßnahmen betragen ca. 160.000 EUR.

Durch das CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm wurde die Anlage mit 20.000 EUR gefördert.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigte bei derzeitigen Brennstoffpreisen eine Amortisationsdauer von unter 10 Jahren. Positiv wirkt sich der Nahwärmeverbund aus, da die Auslastung des Kessels mit einer hohen Anzahl an jährlichen Volllaststunden geringere Anlagenverluste und günstigere Wartungs- und Betriebskosten verursacht.



### 9. Fazit

Die Montage der Kesselanlage erfolgte von Juli bis September 2006. Der Planungsaufwand, gerade mit der Einbindung in eine bestehende Wärmeerzeugung, ist relativ hoch.

Die Planung, Ausschreibung und Bauleitung erfolgte vom Kommunales Energiemanagement in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Heizung, Klima und Lüftung im Hochbauamt.

Die baulichen Umbaumaßnahmen hielten sich in Grenzen. Hier zeigt sich klar der Vorteil der Pellets gegenüber Hackschnitzel. Die trockenen Pellets, mit dem hohen auf das Volumen bezogenen Energieinhalt, sind gerade bei der Sanierung gut geeignet. Vorhandene Öltanklagerräume können bei günstiger räumlicher Anordnung als Pelletslagerraum verwendet werden. Aufgrund der trockenen Pellets ist auch keine Belüftung des Lagerraumes notwendig.

Ziel der Stadt Nürnberg war es, eine vorhandene Ölheizung zu ersetzen, da hier die CO<sub>2</sub>-Einsparungen am höchsten sind. Wenn die zukünftigen Erfahrungen aus dieser Maßnahme zufriedenstellend sind, wird der Einsatz weiterer Holzanlagen geprüft.



Bild 8: Mülltonne als Vorabscheider für Staubsaugerbetrieb.

Bild 7: Selbstreinigender Röhrenwärmetauscher.

#### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: Januar 2007  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
Markus Aurbach, HLK-Techniker  
Unterstützung: Sven Schöll, Heizungsmeister  
Fachbereich Heizung, Lüftung, Klima

#### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Kommunales Energiemanagement  
Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[markus.aurbach@stadt.nuernberg.de](mailto:markus.aurbach@stadt.nuernberg.de)  
[sven.schoell@stadt.nuernberg.de](mailto:sven.schoell@stadt.nuernberg.de)

Bild 1: Südfassade Sozialzentrum nach der Sanierung



Für das Anfang der 70-iger Jahre errichtete Gebäude war eine bauliche und anlagentechnische Generalsanierung erforderlich geworden. Zudem erfolgt im Rahmen der Generalsanierung eine Optimierung des umbauten Raumes sowie eine funktionale Neuorganisation und Anpassung an die aktuellen pädagogischen Erfordernisse. Eine umfassende energetische Sanierung wurde geplant und umgesetzt.

## 1. Die Ausgangssituation

Das Sozialzentrum Imbuschstraße 70 – 72 in Nürnberg wurde 1972 als zweigeschossiger Massivbau errichtet. Die Wände wurden mit KS-Mauerwerk und Stahlbeton, teilweise in Leichtbaukonstruktionen erstellt. Die Decken sind aus Stahlbeton.

Das Gebäude ist teilunterkellert. Das Kaltdach wurde von Pultdachformen umschlossen.

Die Nutzung beinhaltete zunächst einen zwei- und dreigruppigen Kindergarten, einen dreigruppigen Kinderhort, eine zweigruppige Kinderkrippe sowie einen Elterntreff.

Bei Routineuntersuchungen im Jahr 1998 wurde eine Schadstoffbelastung verschiedener Bauteile festgestellt, die jedoch zunächst den weiteren Betrieb der Einrichtung zuließ. Die Begehung des Hauses zeigte allerdings, dass die Einrichtung nach über dreißigjähriger Nutzung insgesamt verbraucht war und wegen der hohen Bauunterhaltsaufwendungen eine umfassende Sanierung dringend erforderlich war. Außerdem wies das Gebäude verschiedene strukturelle Schwächen auf, die eine grundsätzliche Überarbeitung der Nutzungsbereiche erforderlich machte.

## GANZHEITLICHE SANIERUNG PRAKTIZIERT

am Beispiel:  
**Sozialzentrum**  
**Imbuschstraße 70 72**  
**Umbau und Sanierung**

Haupt- und vor allem Nebennutzflächen, wie z. B. WC-Flächen waren teilweise überdimensioniert. Zusätzlich bestand ein sehr ungünstiges Verhältnis von Volumen zu Fläche. Die Tageslichtnutzung war aufgrund großer Raumtiefen teilweise unbefriedigend. Die Fluchtwegesituation entsprach nicht den aktuellen Anforderungen. Eine Erweiterung der Kinderkrippe auf drei Gruppen sollte integriert werden.



Bild 2: Südfassade Sozialzentrum vor der Sanierung

Eine vor Sanierung durchgeführte Thermografieuntersuchung sowie die Bewertung der Verbrauchsentwicklungen für Heizung und Strom bestätigten den relativ schlechten energetischen Zustand und auch in dieser Hinsicht dringenden Sanierungsbedarf.

Der Heizenergieverbrauch von durchschnittlich 110 kWh/m<sup>2</sup> BGF überschreitet einen anzustrebenden Zielwert vergleichbarer Gebäude (gemäß ages-Bericht 2005) um 50%. Der durchschnittliche Stromverbrauch von 16 kWh/m<sup>2</sup> BGF liegt 60% über dem ages-Zielwert.





Bild 3: Wärmebild Südfassade vor der Sanierung

Die Thermografieaufnahmen vor Sanierung verdeutlichen den relativ schlechten wärmeschutztechnischen Zustand insbesondere der Fassadenbereiche.

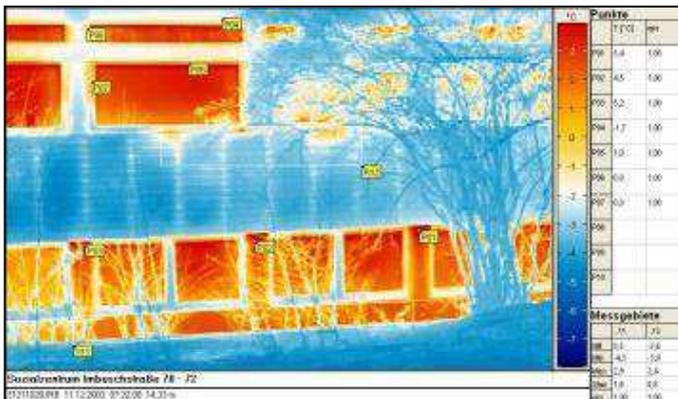


Bild 4: Wärmebild Ostfassade vor der Sanierung

Die Bauteile aus Stahlbeton (Wände, Stützen, Stürze) zeigten dabei die größten Wärmeverluste. Die Isolierverglasungen wiesen ebenfalls keine besonders guten Wärmedämmeigenschaften auf. Die Holzfensterrahmen und Anschlüsse an den Baukörper befanden sich in einem relativ guten Zustand. Die Aufnahmen der Kaldachbereiche ließen auf minimale Dämmungen im Dachbereich schließen.

## 2. Die Projektentwicklung

Die Analyse der Bestandssituation und Berücksichtigung der aktuellen Nutzungserfordernisse sowie der brandschutztechnischer und energetischer Anforderungen führte zur Konzipierung folgender Maßnahmen:

- prinzipielle Erhaltung der Lage der verschiedenen Nutzungsbereiche,
- Abbruch der Pultdachkonstruktion und Ersatz durch Flachdächer,
- Reduzierung des Obergeschosses auf etwa die Hälfte der ursprünglichen Nutzfläche,

- Erschließung des Obergeschosses durch ein abgeschlossenes Treppenhaus,
- Neuordnung und Reduzierung des Sanitärbereiches im Erdgeschoss und Schaffung eines Atriums auf den ursprünglich innen liegenden und überdimensionierten WC-Flächen,
- Wegfall der Galerieflächen im Kindergarten,
- Rückbau von Dachüberständen und Auskragungen im Erdgeschoss,
- generelle Verringerung der Raumtiefen,
- Schaffung eines zentralen Küchenbereiches an der Nordseite, der von allen Einrichtungen des Hauses genutzt wird,
- umfassendes energetisches Sanierungskonzept.

## 3. Das energetische Sanierungskonzept

Folgende baulichen und energetisch relevanten Maßnahmen wurden geplant:

- Ersatz der langen, flachgeneigten Pultdächer durch Flachdächer in Holzkonstruktion (Wärmedämmung 20 cm, Wärmeleitfähigkeit 0,040 W/mK) und außen liegender Entwässerung,
- Wärmedämmung der Beton- und Mauerwerksbauteile, einschließlich Stützen (10 cm, Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/mK),
- Errichtung des Obergeschosses in Holzrahmen-Bauweise (20 cm Wärmedämmung, Wärmeleitfähigkeit 0,04 W/mK),
- Wärmedämmung der erdberührten Bodenflächen mit Vakuum-Isolations-Paneelen (1,5 cm Dicke, Wärmeleitfähigkeit 0,008 W/mK) unter der dort neu einzubauenden Fußbodenheizung,



Bild 5: Einbau von Vakuum-Dämmung

- Wärmeschutzverglasungen mit thermisch verbessertem Randverbund ( $U_w$  1,3 bis 1,6 W/(m<sup>2</sup>K)),
- Weiterversorgung des Gebäudes mit Fernwärme, jedoch



- Reduzierung der Anschlussleistung,
- zentrale Warmwasserbereitung – eine thermische Solaranlage ist aufgrund des relativ geringen Warmwasserbedarfs nicht sinnvoll,
  - sämtliche Sanitärausstattungen mit Wassersparteknik,
  - Beleuchtungen mit energiesparenden Leuchten, Präsenzmelder in WC's; bei der Außenbeleuchtung Dämmerungsschalter und Bewegungsmelder.

#### 4. Die Ergebnisse

Nach der Sanierung steht das Obergeschoss für die dreigruppige Kinderkrippe zur Verfügung.



Bild 6: Zentrum/Spielzone Kindergarten am Atrium

Die drei Gruppen des Kindergarten sind im Erdgeschoss (Westfassade) untergebracht, während der dreigruppige Hort und der Schülertreff mit Ganztagesbetreuung an der Ostfassade im Erdgeschoss angeordnet sind.

Die hallenartige Aufweitung des Flures im Bereich des Atriums schafft mehr Bewegungsfläche und unterstützt das pädagogische Konzept der offenen Gruppenarbeit. Die neue Grundrissorganisation gewährleistet eine natürliche Belüftung und Belichtung für die ursprünglich sehr langen und dunklen Flure des Kindergartens und des Hortes. Durch Fenstergrößen und -anordnung sowie Raumzuschnitt ergibt sich eine verbesserte Tageslichtnutzung für alle Räume, insbesondere jedoch für die vorher sehr dunklen Gruppenräume des Kindergartens. Aktuelle brandschutztechnische Anforderungen werden eingehalten.

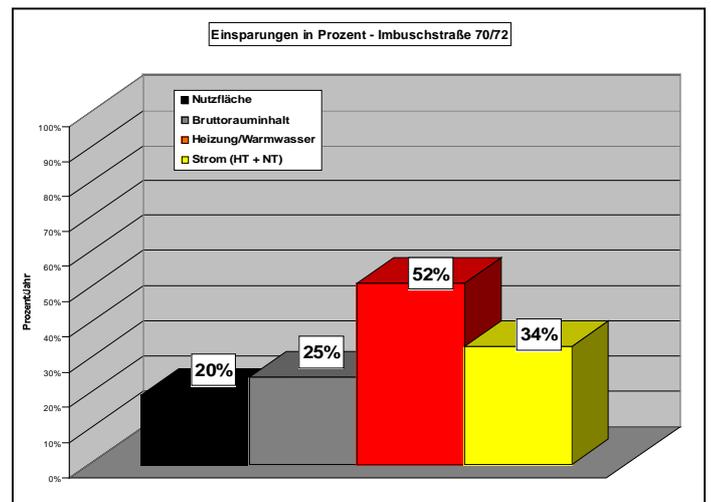
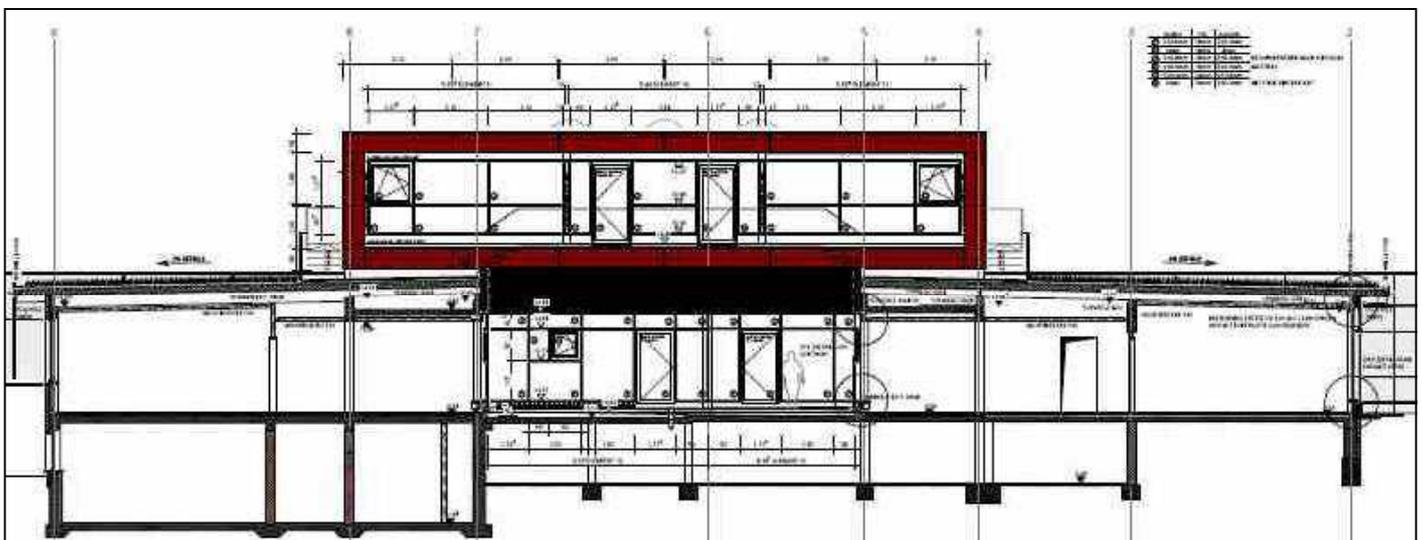


Bild 7: Diagramm Einsparungen im sanierten Zustand

Der sanierte Zustand weist eine um 20% reduzierte Nettogrundfläche sowie einen um 25% reduzierten umbauten Raum auf.

Die Einsparungen von Heizenergie werden mit 52% und die von Strom mit 34% prognostiziert.

Bild 8: Schnitt und Ansicht sanierten Zustand



Die Energiebedarfsberechnungen auf Basis der Energieeinsparverordnung 2004 weisen eine Unterschreitung des Anforderungsniveaus für Neubauten um 13% beim Transmissionswärmeverlust und um 17% beim Primärenergiebedarf aus.

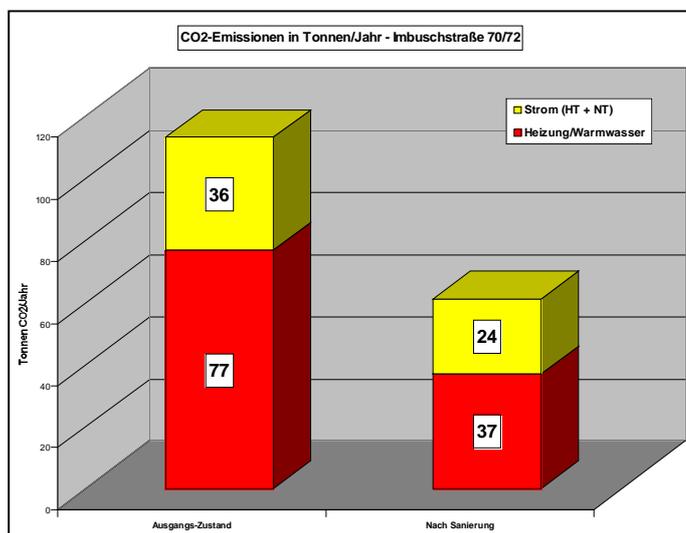


Bild 9: Diagramm Vergleich CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die nach Abschluss der Baumaßnahmen durchgeführte Thermografieuntersuchung bescheinigt dem Gebäude einen ausgezeichneten Wärmeschutzstandard: Die Fassaden, der Sockel, die Verglasungen und die Profile weisen sehr gute Wärmedämmwirkungen auf. Wärmebrücken oder Auffälligkeiten bei den Anschlüssen wurden nicht festgestellt.

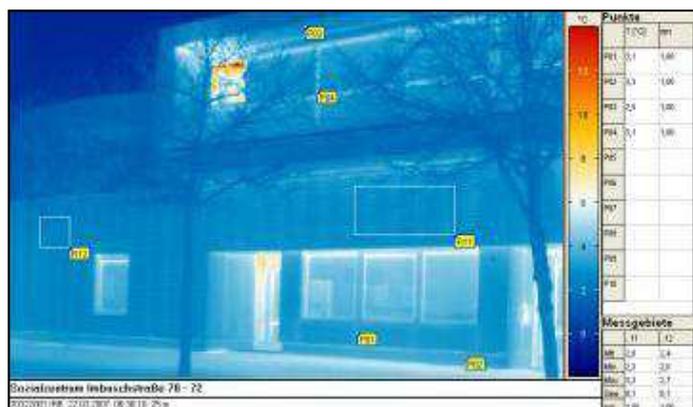


Bild 10: Wärmebild Südfassade nach der Sanierung

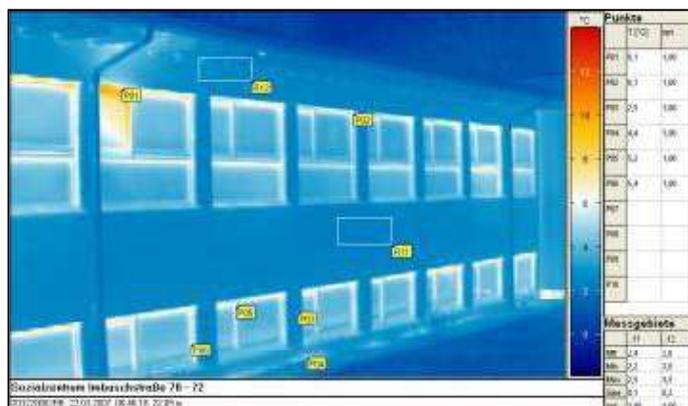


Bild 11: Wärmebild Ostfassade nach der Sanierung

## 5. Daten/Termine/Planungsbeteiligte

Bauzeit: November 2004 bis Dezember 2006  
 Bausumme gesamt: 3.700.000 EUR brutto  
 (KG 200 – 700) (1.468 EUR/m<sup>2</sup> BGF, 440 EUR/m<sup>3</sup> BRI)  
 Brutto-Rauminhalt: 8.394 m<sup>3</sup>  
 Nettogeschossfläche: 2.548 m<sup>2</sup>  
 Projektleitung: Hochbauamt, Projektgruppe Kindertagesstätten, Fachbereiche Heizung/Klima/Lüftung, Sanitär, Stark- und Schwachstrom  
 Planung: Architekturbüro Chrupala und Endres Nürnberg  
 Energiekonzept und Bauphysik: Hochbauamt, Kommunales Energiemanagement  
 Heizung/Lüftung: PB Mais Röthenbach/Pegnitz  
 Elektro: IB Höller Nürnberg



Bild 12: Ansicht nach Sanierung - Atrium

### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Erschienen: September 2007

Redaktion: Dipl.-Ing. (BA) Eva Anlauff  
 Dipl.-Ing. (FH) Birgit Hannakam  
 Dipl.-Ing. Wolfgang Beier

### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Kommunales Energiemanagement  
 Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[eva.anlauff@stadt.nuernberg.de](mailto:eva.anlauff@stadt.nuernberg.de)  
[birgit.hannakam@stadt.nuernberg.de](mailto:birgit.hannakam@stadt.nuernberg.de)  
[wolfgang.beier@stadt.nuernberg.de](mailto:wolfgang.beier@stadt.nuernberg.de)

Bild 1: Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium Nürnberg (Quelle: Sander-Architekten Nürnberg)



Das Neue Gymnasium in Nürnberg erhält auf dem Schulgelände ein eigenes Gebäude zur Nutzung als Mensa und Nachmittagsbetreuung. Da die Platzverhältnisse und Finanzmittel knapp sind, wurde im ersten Entwurf ein kompakter, eingeschossiger, relativ transparenter Holzbau geplant. Aufgrund der überwiegenden Nutzung des Gebäudes als Speisesaal, Schüler-Cafe und Küche war der Einbau einer Lüftungsanlage ohnehin erforderlich. Aus Gründen des Klimaschutzes, der Ressourcenschonung, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz wurde die Planung relativ schnell in Richtung einer passivhaustauglichen Ausführung vorangetrieben. Ein entsprechendes Konzept mit dem Nachweis der Wirtschaftlichkeit wurde vom städtischen Kommunalen Energiemanagement selbst entwickelt, vom Stadtrat unterstützt und beschlossen.

## 1. Die Ausgangssituation

Am Neuen Gymnasium in Nürnberg werden derzeit etwa 1100 Schüler unterrichtet. Für sie ist dabei die Wahl zwischen einem humanistischen oder sprachlichen Profil möglich. Der Gebäudekomplex, 1957 bis 1961 auf einem Grundstück von etwa 15.000 m<sup>2</sup> errichtet, besteht aus mehreren Einzelgebäuden und wurde 2006 als Einzeldenkmal in die Denkmalschutzliste der Stadt Nürnberg aufgenommen.

## Neubau der Ganztagesbetreuung für das Neue Gymnasium Nürnberg

➔ **Lässt sich eine Mensa im Passivhausstandard bauen?**

Zur Bebauung ausgewählt wurde eine etwa 900 m<sup>2</sup> große Fläche im Nord-Osten des Grundstückes mit benachbarter Wohnbebauung. Gestalterisch sollte sich der neue Baukörper in die Umgebung einfügen, nicht dominant wirken und dennoch gut erkennbar sein und sich zum amphitheaterähnlichen Freiraum im Süden öffnen.

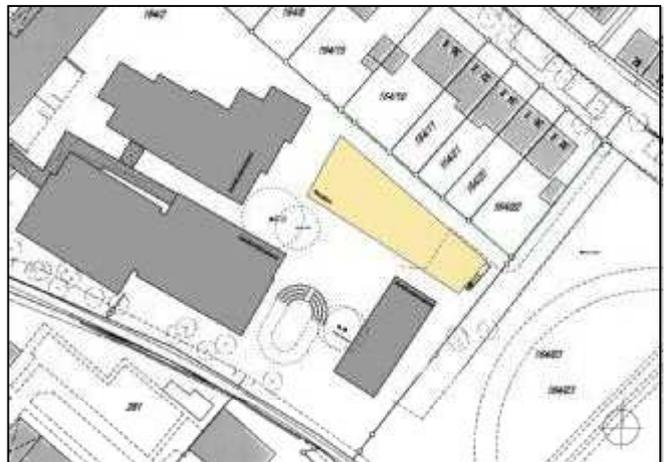


Bild 2: Lageplan Neues Gymnasium Nürnberg (Quelle: Sander-Architekten Nürnberg)

Konzipiert war von Anfang an ein mit Flachdach versehener eingeschossiger kompakter Holzbau mit großflächigen Verglasungsflächen nach Süden und Westen. Hier wurde der Speiseraum mit Schüler-Cafe angeordnet. Nach Norden orientiert sind die Mehrzweckräume sowie die Küche. Die Größe der Fensterflächen wurde hier durch den Tageslichtbedarf bestimmt. Im Osten, ohne Fensterflächen, sind die Toilettenanlage sowie Lager- und Umkleieräume untergebracht.

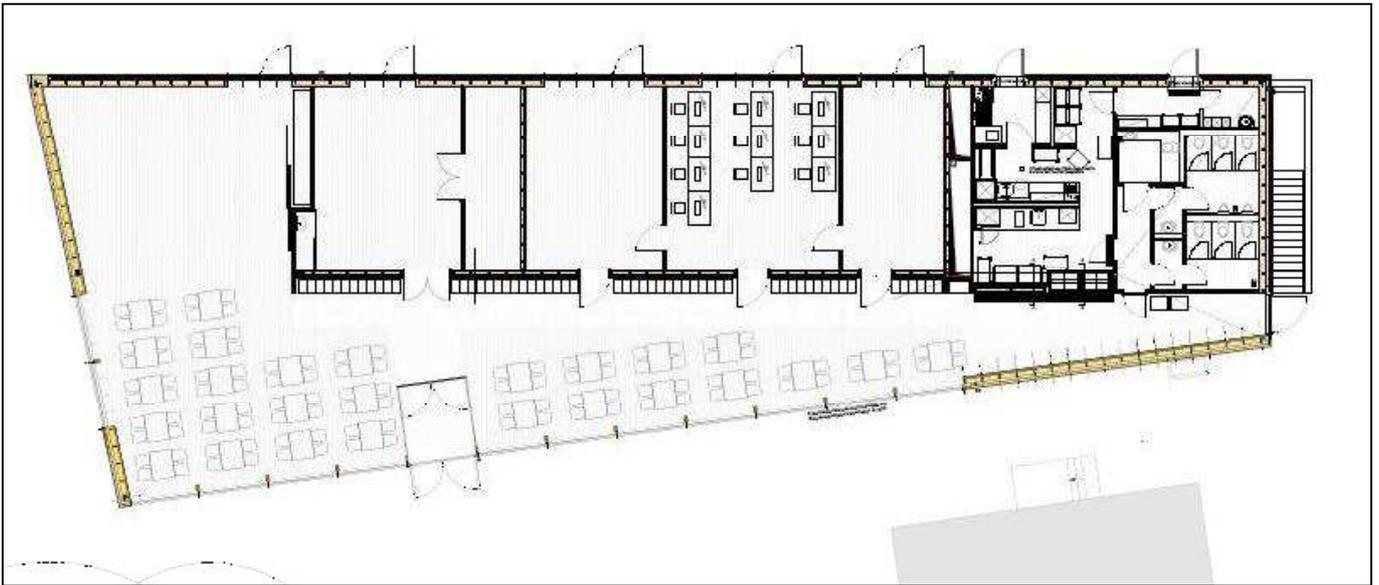


Bild 3: Grundriss Erdgeschoss Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium Nürnberg (Quelle: Sander-Architekten Nürnberg)

Der Platzbedarf der passivhaustauglichen Lüftungstechnik erforderte eine zunächst nicht geplante Teilunterkellerung. Die Nettogrundfläche beträgt mit Erd- und Untergeschoss 564 m<sup>2</sup>; die Energiebezugsfläche gemäß Passivhaus-Projektierungs-Paket (PHPP) 525 m<sup>2</sup>.

## 2. Die Besonderheiten

Erfahrungen beim Bau von Wohngebäuden im Passivhausstandard liegen inzwischen seit vielen Jahren und in ausreichendem Maße vor. Bei Nichtwohngebäuden werden sie in unterschiedlichster Weise seit einigen Jahren ebenfalls gemacht. Die herausragende Besonderheit ist wohl die, dass die Nichtwohngebäude wesentlich mehr und unterschiedlichste Nutzungsarten umfassen, als dies bei Wohngebäuden der Fall ist. Die Gebäudehülle kann demnach weitgehend nach den bei Passivhaus-Wohngebäuden bewährten Kriterien geplant werden. Mit der anlagentechnischen Ausstattung muss auf die unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich Nutzungsarten und -zeiten reagiert werden.

Hier liegt das große Potenzial gegenüber einer konventionellen Ausführung, aber auch die Gefahr einer Übertechnisierung mit nachteiligen Auswirkungen auf Betriebs-, Instandhaltungs- und Wartungskosten. Im vorliegenden Fall gibt es zwei Nutzungsschwerpunkte:

- klassische Schulnutzung in den Mehrzweckräumen am Vormittag für etwa 40 Personen, unterschiedliche Nutzungen am Nachmittag oder auch abends mit schwer quantifizierbaren internen Wärmegewinnen,

- eine Küche mit Warmanlieferung der geplanten etwa 100 Mittagessensportionen mit großflächigem Speiseraum und Schüler-Cafe, dessen tatsächliche Inanspruchnahme nicht prognostizierbar ist, eine intensive Nutzung wahrscheinlich aber jeweils mittags zu erwarten ist.

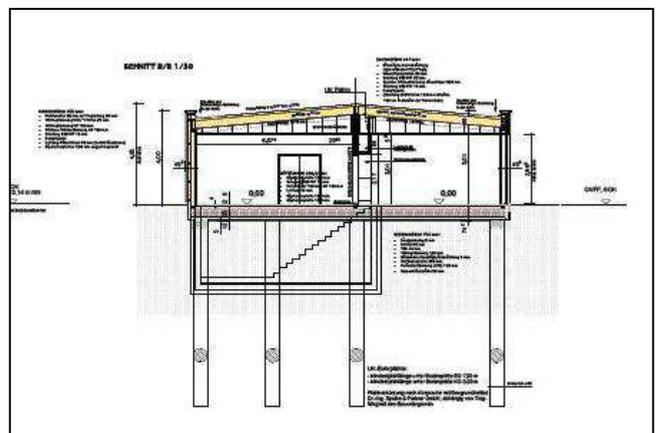


Bild 4: Schnitt Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium Nürnberg (Quelle: Sander-Architekten Nürnberg)

Relativ aufwändig gestaltete sich die Suche nach dem optimalen Fensterflächenanteil und dem geeignetsten Sonnenschutzsystem.

Hinsichtlich der Auswahl der anlagentechnischen Systeme und Komponenten waren vor allem die Einbindung der Küche mit dazugehöriger Lüftungsanlage sowie die „luftdichte“ Unterbringung der Technik in der Gebäudehülle die identifizierten Problempunkte.

### 3. Das Konzept

Bauteile	U-Werte in W/(m²K)	Dämmdicken
Außenwände EG	0,12	4 + 16 cm + 10 cm (035) + 2,5 cm (090)
Außenwände UG Außenluft	0,15	22 cm (035)
Außenwände UG Erdreich	0,22	18 cm (040)
Dachflächen	0,11	32 cm (035) + 8 cm (040)
Boden gegen Erdreich UG	0,21	18 cm (040)
Boden gegen Erdreich EG	0,14	12 cm (040) + 16 cm (040)
Verglasungen Süd + West	$U_g = 0,5$ (g = 49%; mit Jalousie 8,7%)	Wärmebrückenverlustkoeff. 0,048 W/mK
Verglasungen Nord + Ost	$U_g = 0,5$ (g = 38%)	Wärmebrückenverlustkoeff. 0,06 W/mK
Profile Pfosten-Riegel-Fassade	$U_f = 0,67$	
Profile Türflügel	$U_f = 2,20$	
Außentüren	1,20 (Glas Ost); 0,70 (opak)	

Für die Gebäudehülle wurde weitgehend auf bekannte passivhaustaugliche Komponenten mit sehr guten Dämmeigenschaften der einzelnen Bauteile zurückgegriffen. Die Wärmebrückenverlustkoeffizienten wurden in der Summe mit Null angesetzt. Es erfolgte keine komplette detaillierte Ermittlung, da die kritischsten Bereiche gerechnet wurden und dort die Koeffizienten bei  $< 0,01$  W/(mK) lagen.

Die Fensterflächeanteile betragen bei der Südfassade 55%, bei der Westfassade 23% und bei der Nordfassade 25%. Der Haupteingangsbereich hat einen Windfang erhalten.

maßnahmen im August 2008 ergab einen  $n_{50}$ - Wert von 0,48 1/h.

Sonnenschutz wurde für die Süd- und Westfassaden mit Jalousien im Scheibenzwischenraum (strahlungs- und temperaturgesteuert) geplant; bei der Nordfassade Sonnenschutzverglasung mit innenliegendem Blendschutz.

Die Restbeheizung erfolgt über einen Gasbrennwertkessel (26 kW) und die Wärmeverteilung mittels Plattenheizkörper. Für die mechanische Be- und Entlüftung der unterschiedlichen Nutzungsbereiche sind drei verschiedene Anlagen vorgesehen.

Lüftungsanlagen	Speiseraum/Cafe und Multifunktionsräume	Küche	Nebenträume Küche und WC-Anlage
System	zentrales Zu- und Abluftgerät mit Speichermassen-Regenerator	jeweils zentrales Zu- und Abluftgerät mit Plattenwärmetauscher	
Luftmenge	2.800 m³/h	2.000 / 1.000 m³/h	600 / 800 m³/h
Wärmebereitstellungsgrad	93%	81%	77%
Heizregister	nein; Kühlregister zur Kühlung der Zuluft im Sommer	nein, jedoch Nachrüstmöglichkeit; Frostfreihaltung ü. Erdsonden	nein
Steuerung	kombinierte Zeit- und Präsenzschtaltung	zweistufiger Taster mit Zeitrelais	Zeitschtaltung
Ventilatoren / Motore	freilaufendes Rad mit Eff-1-Motor und FU 0,41 Wh/m³	freilaufendes Rad mit Eff-1-Motor und FU 0,38 Wh/m³	freilaufendes Rad mit Eff-1-Motor und FU 0,41 Wh/m³
Zuluft	variable Volumenstromregelung; Drallauslässe	Quellluftauslässe	Drallauslässe
Abluft	gemeinsamer Kanal mit Überströmung	fettdicht verlötet	Abluftüberschuss: Trennung Küche und WC-Anlage

Stromverbraucher	Speiseraum/Cafe	Multifunktionsräume	Küche	Nebenräume
Beleuchtungen	Deckeneinbauleuchten mit energieeffizienten Kompaktleuchtstofflampen mit Klarglasabdeckung + Lichtkanal mit T5-Röhren und EVG	Deckeneinbauleuchten mit energieeffizienten Kompaktleuchtstofflampen mit Klarglasabdeckung		
Beleuchtungssteuerung	autark ausschaltend mit Präsenzmelder, Essbereich manuell EIN	manuell mit Präsenzmelder		
Beleuchtungskennwerte	2,7 W/m <sup>2</sup> *100lx	2,8 W/m <sup>2</sup> *100lx	4,9 W/m <sup>2</sup> *100lx	
Küchengeräte: Endenergieanteil: etwa 36%, Primärenergieanteil: etwa 50%			Regeneriergerät 19 kW, Geschirrspülmaschine 10 kW, Dauerverbraucher: Kühlschrank und Konfiskatkühler	
EDV-Ausstattung		Mehrzweckraum: 20 PCs mit Flachbildschirmen, ein Drucker, ein Server		

Eine Erdsondenanlage mit vier Erdsonden mit je 70 m, die in einer Fläche von 60 m<sup>2</sup> auf dem Grundstück verteilt sind, dient im Winter der Frostfreihaltung des Wärmetauschers der Küchenlüftungsanlage.

Die thermische Raumklimasimulation ergab die Notwendigkeit zur Kühlung des Leichtbaus im Sommer. Über die Erdsondenanlage werden die niedrigen Temperaturen des Erdreiches zur Zuluftkühlung für die Anlage Speiseraum, Schülercafe und Mehrzweckräume benutzt.

Der Strombedarf ist im Wesentlichen erforderlich für die Beleuchtung, die Küchengeräte, die EDV-Ausstattung und die Gebäudetechnik.



Bild 5: Baustelle Ganztagesbetreuung Neues Gymnasium Nürnberg im März 2008 (Quelle: Hochbauamt Nürnberg)

#### 4. Die Daten und Projektbeteiligten

Baubeginn: 07/2007  
 Fertigstellung: 09/2008  
 BRI: 2.586 m<sup>3</sup>  
 Flächen: 564 m<sup>2</sup> NGF, 647 m<sup>2</sup> BGF  
 PHPP: 525 m<sup>2</sup>, BRI: 2.586 m<sup>3</sup>  
 Baukosten: 2,116 Mio. EUR  
 (KG 200 – 700) 818 EUR/m<sup>3</sup> BRI  
 PHPP 2007: Q<sub>h</sub> = 13,9 kWh/m<sup>2</sup>a (Monatsverfahren)  
 Q<sub>p</sub> = 120 kWh/m<sup>2</sup>a (mit Küche)  
 Q<sub>p</sub> = 68 kWh/m<sup>2</sup>a (ohne Küche)

Projektleitung: Hochbauamt  
 Energiekonzept: Kommunales Energiemanagement  
 Architekt: Sander Architekten Nürnberg  
 Bauphysik: Ingenieurbüro für Bauphysik Wolfgang Sorge Nürnberg  
 Haustechnik: Ingenieurbüro J. Pankrath VDI Nürnberg  
 Elektro: Ingenieurbüro Höller  
 Statik: Ingenieurbüro Viezens  
 Geologie: Ingenieurbüro Rietzler + Heidrich

#### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Erschienen: September 2008  
 Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
 Eva Anlauff  
 Markus Aurbach

#### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Kommunales Energiemanagement  
 Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[eva.anlauff@stadt.nuernberg.de](mailto:eva.anlauff@stadt.nuernberg.de)  
[markus.aurbach@stadt.nuernberg.de](mailto:markus.aurbach@stadt.nuernberg.de)



## Energieeinspar – Contracting an den Berufsschulen B 4 / 14



Erneuerung der Heizungsanlage



Einbau eines BHKW mit 50 kWel

### Ausgangssituation

Für die Berufsschulen B4 / B14 wurde ein Energieeinspar-Contracting durchgeführt. Energieeinspar-Contracting bedeutet, dass ein Investor Maßnahmen zur Energieeinsparung plant, finanziert und umsetzt. Diese Maßnahmen werden möglichst komplett aus der zu erwartenden Energieeinsparung finanziert. Die Höhe der Energieeinsparung wird vom Contractor garantiert. Die Einsparungen refinanzieren die Investitionen und kommen nach Ablauf des Vertrags komplett dem städtischen Haushalt zugute.

Die beiden Berufsschulen B4 und B14 sind in einem Gebäudekomplex mit einer gemeinsamen Heizzentrale untergebracht. Die Berufsschule B4 umfasst Berufe der Absatz- und Kreditwirtschaft, der Industrie und Kundenberatung einschließlich Versicherungswirtschaft und steuerberatende Berufe. Die B14 ist das Kompetenzzentrum für verkehrsorientierte, verwaltungsorientierte und bürowirtschaftliche Berufe und Berufsfachschule für Büroberufe. In dem Gebäudekomplex sind durchschnittlich 5.100 Schüler auf einer Fläche von über 20.500 m<sup>2</sup> untergebracht.

### Projektbeschreibung

Die Kessel der Heizzentrale waren erneuerungsbedürftig. Daher wurde vom Kommunales Energie Management (KEM) eine unabhängige Energiestudie beauftragt, welche die Untersuchung und den wirtschaftlichen Vergleich verschiedener Wärmeherzeugungsvarianten und das Auffinden zusätzlicher Einsparpotentiale beinhaltet.

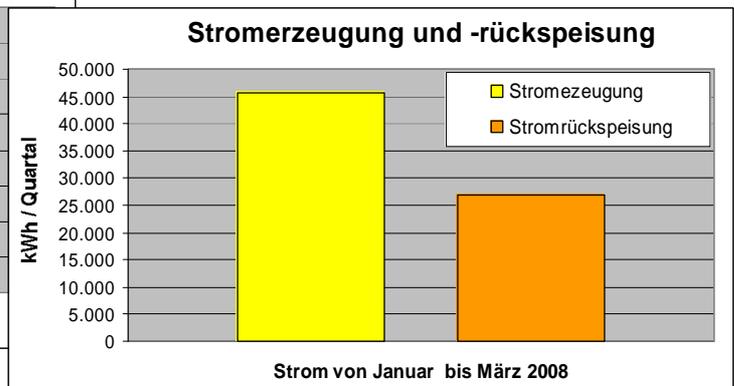
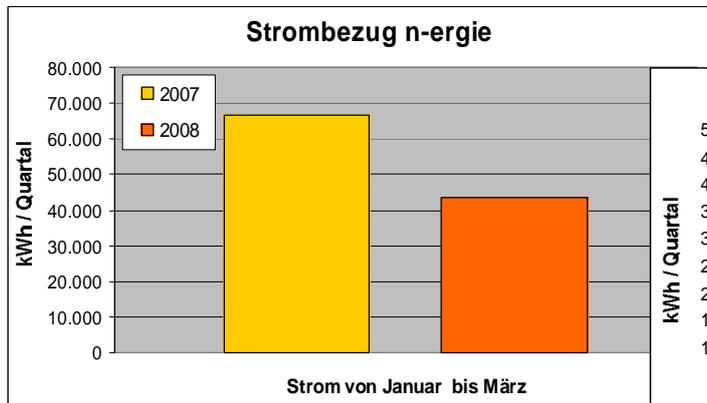
Die Studie wurde zu 50 % durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie bezuschusst. Anhand der Studienergebnisse wurde eine Variante der Wärmeherzeugung bestehend aus Gasbrennwert- und Niederdruckkessel in Verbindung mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) ausgewählt. Diese Auswahl wurde bewusst so getroffen, da dies zum einen die optimalste Variante war, und zum anderen eine gute Vergleichbarkeit der Anbieter erreicht werden konnte.

Basierend auf den Ergebnissen erfolgte die Ausschreibung des Contracting-Modells. Der VOB-Ausschreibung wurde ein öffentlicher Teilnahmewettbewerb vorgeschaltet. Da viele der Contracting-Anbieter auf Großprojekte fixiert sind, wozu diese Berufsschule mit Jahresenergiekosten von rund 90.000 Euro nicht zu zählen ist, war das Interesse an der Ausschreibung nicht so groß wie erwartet. Die Vergabe erfolgte freihändig. Der Aufwand für Ausschreibung und Vergabe war trotz vorgeschalteter Energiestudie sehr hoch.

Im Sommer 2007 wurde vom Contractor die neue Heizungsanlage bestehend aus Gasbrennwertkessel mit 310 kW, zur Deckung der Grundlast, und Niederdruckkessel mit 570 kW, für die Spitzenlastzeiten, eingebaut. Zusätzlich vorgesehen wurde ein BHKW mit 50 kW elektrischer Leistung. Das BHKW ist vorrangig in Betrieb, solange genug Wärmeanforderung besteht. Weiterhin wurde die Regelungstechnik der Heizungs- und Lüftungsanlagen komplett erneuert.

Vertragsbeginn der Energiespar-Partnerschaft war der Jahreswechsel 2007 / 2008.





Während der Vertragslaufzeit von 12 Jahren ist der Contractor für das Energie-Controlling verantwortlich. Der Unterhalt der technischen Anlagen verbleibt in der Verantwortlichkeit der Stadt Nürnberg.

Für das BHKW wurde vom Contractor eine Laufzeit von 4.000 Stunden pro Jahr zugrundegelegt. Das BHKW dient in erster Linie der Eigenversorgung von Strom und Wärme. Die Überstromproduktion außerhalb der Hochlastzeiten wird an den Energieversorger zurückgespeist. So entsteht ein Mehrverbrauch an Gas verursacht durch die Stromerzeugung des BHKWs. Daraus resultiert wiederum eine Stromkosteneinsparung, die sich in die Einsparung aus reduziertem Strombezug, rückgespeistem Strom und verringerter Stromleistung aufteilt. Der Differenzbetrag aus Stromeinsparung und Gasmehrverbrauch ergibt die vom Contractor prognostizierte Energiekosteneinsparung von rund 16.500 Euro pro Jahr.

Der Contractor erhält 90 % seiner garantierten Einsparungen zzgl. eines Baukostenzuschusses. Der Auftraggeber bezahlt die Abschläge an den Contractor quartalsweise und begleicht wie bisher die laufenden Energiekosten beim Energieversorgungsunternehmen (EVU).

Wird die prognostizierte Einsparung nicht erreicht, so muss der Contractor die Differenz ausgleichen.

Wird eine höhere Einsparung erreicht, so wird der Mehrbetrag zwischen Contractor und Stadt Nürnberg mit 70 % zu 30 % aufgeteilt. Nach Ablauf des Vertrages kommt die gesamte Einsparung dem städtischen Haushalt zugute.

## Erfahrungen und erste Ergebnisse

Die Umbauphase ging relativ problemlos von statten. In der Einregulierungsphase traten kaum Probleme auf. Auch der Ablauf der ersten Heizperiode war reibungslos. Der Auftragnehmer zeigte Einfühlvermögen in die Nutzerbedürfnisse hinsichtlich der Beheizung einer Schule.

Nach den ersten Ergebnissen des 1. Quartals 2008 lässt sich folgendes feststellen:

- Die Laufzeit des BHKWs lag schon bei über 1.000 Betriebsstunden.
- Im Vergleich zum 1. Quartal 2007 ist der Strombezug beim EVU um 35 % gefallen.
- Von der Stromerzeugung des BHKWs wurden rund 59 % in das öffentliche Netz zurückgespeist.
- Dahingegen hat sich der Gasverbrauch um etwa 30 % erhöht.

Erst nach Ablauf des 1. Vertragsjahres ist ein abschließendes Urteil zur Einhaltung der prognostizierten Energiekosteneinsparung möglich.

### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: Mai 2008  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
H/T-KEM Fr. Roth  
Projektbegleitung: H/T-HKL Hr. Blank

### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Kommunales Energiemanagement  
Mariantorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[bettina.roth@stadt.nuernberg.de](mailto:bettina.roth@stadt.nuernberg.de)  
[klaus.blank@stadt.nuernberg.de](mailto:klaus.blank@stadt.nuernberg.de)



Bild 1: Heilig-Geist-Haus, Hans-Sachs-Platz 1



Im Jahr 2000 startete die Stadt Nürnberg ihr „Innendämmprojekt“. Dem Pilotprojekt mit der TU Dresden mit Laufzeit 2000 bis 2003 in den beiden Gebäuden Herrenschießhaus und Gemeinschaftshaus Langwasser folgten zwei Bauvorhaben mit Innendämmung von Stahlbetondächern. 2004 konnte das erste größere Projekt, die Sanierung einer Kindertagesstätte, abgeschlossen werden, bei dem das ganze Gebäude mit Innendämmung ausgestattet wurde. In den Jahren danach folgten sechs kleinere Baumaßnahmen unter Verwendung von Innendämmungen an einzelnen Bauteilen. Drei größere Projekte werden derzeit umgesetzt; drei weitere befinden sich in der Planungsphase.

Aus dem Pilotprojekt ist nun spätestens 2008 Alltagslichkeit geworden. Der auch öffentlichkeitswirksame Erfolg des ursprünglichen Innendämmprojekts hat die Skeptiker überzeugen können. Im Hochbauamt ist ein enormer Know-how-Zuwachs bei Planung und Ausführungsüberwachung zu verzeichnen. Positiv sind auch die Lerneffekte bei den beteiligten regionalen Handwerksfirmen zu vermerken. In der Region und bundesweit wird große Resonanz registriert.

Innerhalb der Stadtverwaltung ist die Planung von Innendämmungen inzwischen eine Selbstverständlichkeit geworden. In den meisten Fällen gelingt es, wirksame bauphysikalische Lösungen bei angemessenen Investitionskosten zu finden. Stadtratsbeschlüsse zu energetischen Standards und der prinzipiellen Prüfung von Innendämmvarianten unterstützen den Prozess.

## 1. Die Ausgangssituation

In Nürnberg sind etwa 40% der Gebäude denkmalgeschützt, davon sind 300 in städtischem Besitz.

## Das Innendämmprojekt der Stadt Nürnberg – Bilanz und Ausblick

- ➔ Start 2000 als Pilotprojekt
- ➔ viele weitere Projekte
- ➔ Alltag in 2008

Dabei sind die Baujahre, Baustile und die verwendeten Baumaterialien sehr unterschiedlich. Die Palette spannt von Sandsteinbauten aus dem 14. Jahrhundert bis zu Stahlbetongebäuden der 60-iger Jahre. Nachträgliche Innendämmungen an Bestandsgebäuden wurden bisher kaum angewandt. Neben Vorbehalten hinsichtlich des Schall- und Brandschutzes waren es vor allem Argumente zum wärme- und feuchteschutztechnischen Verhalten von Außenwandkonstruktionen, die die Möglichkeit von Innendämmung in Zweifel zogen.

Im Rahmen eines Kooperationsvertrages mit dem Institut für Bauklimatik der Technischen Universität Dresden beteiligte sich die Stadt Nürnberg deshalb an einem EU-Forschungsprojekt mit dem Titel „Entwicklung leistungsfähiger Wärmedämmsysteme mit wirksamen physikalischem Feuchteschutz“. Bei dem gemeinsamen Projekt lieferte die TU Dresden das Know-how, d. h. Wissen, Erfahrung, Technik, Hard- und Software. Die Stadt Nürnberg stellte in zwei Gebäuden je zwei Testräume zur Verfügung und übernahm deren gemeinsam geplante wärmeschutztechnische Sanierung (Herrenschießhaus und Gemeinschaftshaus Langwasser). Laufzeit des Projekts war von 2000 bis 2003. Das Projekt sollte zeigen:

- dass es geht (Demonstration),
- wie es geht (Lernen),
- wie Musterlösungen aussehen.

Prinzipielle **Einsatzfelder** von Innendämmung sind:

- Denkmalschutz für Gebäude oder Ensembleschutz im Quartier,
- erhaltenswerte Fassadengestaltung,
- Dachgeschossausbau (Giebel- und Trempelwände),
- Außendämmung aus sonstigen Gründen nicht anwendbar (Grundstücksgrenze, Wirtschaftlichkeit),
- Tauwasserschäden bei punktuellen Wärmebrücken.

Die **Nachteile** von Innendämmungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Absenken des Temperaturniveaus in der darunter liegenden Bestandskonstruktion,
- tieferes und häufigeres Eindringen der Frostgrenze in den Bauteilquerschnitt,
- größere thermische Spannungen im Bauteil,
- Gefahr von Tauwasser- und Schimmelpilzbildung in der Konstruktion und/oder auf Bauteiloberflächen im Bereich von Wärmebrücken,
- kaum Ausnutzen der wärmespeichernden Wirkung,
- Verkleinerung der Nutzflächen,
- Verringerung des Austrocknungspotentials der Konstruktion.

**Vorteile** von Innendämmungen sind:

- Wärmeschutz ist machbar für Gebäude bei Erhalt der äußeren Gestalt,
- schnellere Aufheizung der Räume,
- witterungsunabhängig anbringbar,
- gut für temporär genutzte Gebäude/Räume geeignet,
- keine Veralgung der Fassaden.

## 2. Bauphysikalische Probleme

Innendämmungen führen generell zu einer Absenkung des Temperaturniveaus in der darunter liegenden Bestandskonstruktion. Sie erhöhen die Gefahr der winterlichen Tauwasserbildung hinter der Dämmung und verringern das Austrocknungspotential der Wand. Durch Dampfdiffusion und besonders durch konvektive Luftströmungen kann sehr viel Feuchtigkeit in die Konstruktion gelangen. Innendämmungen reduzieren den Wärmedurchgang durch die Gebäudehülle nicht in gleichem Maße, wie das bei Außendämmungen der Fall ist, da die Verluste über Wärmebrücken überproportional zunehmen. Schlagregenbelastung oder aufsteigende Feuchte erhöhen das Feuchte- und Frostschadensrisiko.

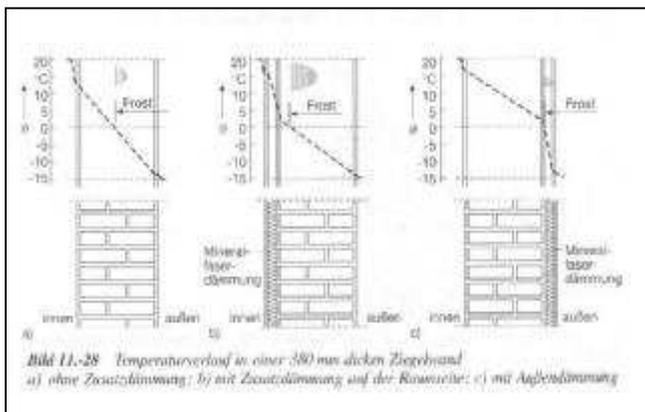


Bild 2: Außenwandtemperaturverläufe mit Außen- und Innendämmung sowie ohne Wärmedämmung (Arndt: Wärme- und Feuchteschutz in der Praxis)

## 3. Lösungsansätze

Allgemeine Lösungsansätze zur Reduzierung des Schadensrisikos wegen Dampfdiffusion und Konvektion sind:

- möglichst kapillaraktive Dämmstoffe verwenden,
- Dämmstoffe möglichst direkt am Untergrund fest anbringen – vollflächig verkleben,
- Hohlräume, Leckagen, Hinterströmungen, Durchdringungen vermeiden (Abdichten),
- Konstruktionen luftdicht ausführen.

Zur Entschärfung der Wärmebrückenproblematik bieten sich folgende Ansätze an:

- Flankendämmung von einbindenden Wände und Decken,
  - Laibungen dämmen,
  - Nischen an der Rückseite und seitlich dämmen,
  - Besonderheit: Holzbalkenköpfe (Anschlüsse abdichten, Deckeneinbindung ggf. nicht dämmen).
- Bei Schlagregenbelastung muss u.U. auf Innendämmung verzichtet werden.

Als allgemeine Empfehlungen können gelten:

- Es muss ein Kompromiss zwischen erstrebenswertem Wärmeschutz und realisierbarem Feuchteschutz angestrebt werden.
- Eine sorgfältige Planung und gewissenhafte Ausführung ist erforderlich.
- Bei aufsteigender oder von außen eindringender Feuchte (Kellerwände) ist Vorsicht geboten. Vor dem Anbringen von Innendämmung muss die Feuchteursache beseitigt werden.
- Wärmedurchgangskoeffizienten  $U$  von etwa 0,5 bis 0,8  $W/(m^2K)$  sind möglich. Dämmstoffdicken von 4 cm sind i. d. R. unproblematisch.
- Lüftungsanlagen können durch kontrollierte Abführung von höheren Feuchtelasten nützlich sein.

## 4. Realisierte Projekte (Auswahl)



Bild 3: Herrenschießhaus, Untere Talgasse 8

**Daten Herrenschießhaus**

Baujahr: 1582/83  
 Bauphase: 07 – 09/2001, Messungen bis 2005,  
 Kosten: etwa 160 EUR/m<sup>2</sup> (nur Innendämmung),  
 Innendämmung: Außenwände in zwei Räumen mit  
 Calciumsilikat 5 cm, 1,5 cm auf Fensterlaibungen.



*Bild 4: Gemeinschaftshaus Nürnberg-Langwasser, Glogauer Straße 50*

**Daten Gemeinschaftshaus**

Baujahr: 1968,  
 Bauphase: 08 – 9/2000, Messungen bis 2005,  
 Kosten: etwa 90 EUR/m<sup>2</sup> (nur Innendämmung),  
 Innendämmung: Außenwände und teilweise Innen-  
 wände in zwei Räumen mit Mineralschaumplatten 5  
 cm, Wärmebrückendämmung Deckenanschluss 4 cm.



*Bild 5: Museum Industriekultur, Äußere Sulzbacher Str. 62*

**Daten Museum Industriekultur**

Baujahr: etwa 1920,  
 Bauphase: 09 – 10/2003 (weitere Dachflächen 2008  
 ausgeführt und für 2009 geplant),  
 Kosten: etwa 50 EUR/m<sup>2</sup> (nur Innendämmung),

Innendämmung: Mineralschaumplatten 6 cm auf der der Stahlbetondecke.



*Bild 6: Kindertagesstätte Philipp-Koerber-Weg 2*

**Daten Kindertagesstätte**

Baujahr: 1890/92,  
 Bauphase: 04/2003 – 10/2004,  
 Kosten: etwa 50 EUR/m<sup>2</sup> (nur Innendämmung),  
 Innendämmung: Wärmedämmputz 5 bis 6 cm auf  
 allen Außenwänden; 3 cm auf Fensterlaibungen,  
 Flankendämmung einbindende Decken.



*Bild 7: Kapelle in der Hochschule für Musik*

**Daten Hochschule für Musik**

Baujahr: 1900 - 1914,  
 Bauphase: 2006 – 2007,  
 Kosten: etwa 100 EUR/m<sup>2</sup> (nur Innendämmung),  
 Innendämmung: Calciumsilikat 2 cm auf der Außen-  
 wand Ost aus Sandstein, einschließlich der Fenster-  
 anschlüsse.





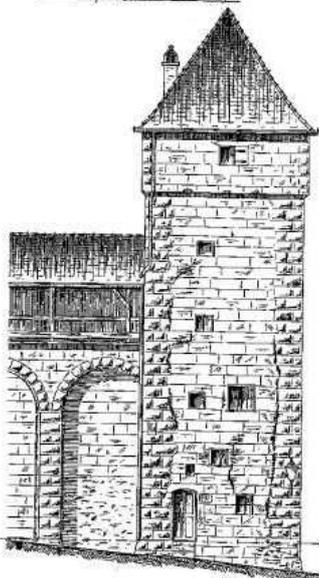
Bild 8: Südstadtforum Qualifizierung und Kultur „südpunkt“, Pillenreuther Straße 147/149

**Daten „südpunkt“**

Baujahr: 1899, Ziegel, Fachwerk,  
 Bauphase: 2007 – 2008,  
 Innendämmung: Calciumsilikat 5 cm auf allen Außenwandflächen, 3 cm Flankendämmungen der Wände, Fensterleibungen mit 2,5 cm.

**5. Geplante Projekte (Auswahl)**

*Ansicht (Stadtseite).*



*9TGafootab = 1:100.*

Bild 9: Turm L, Maxtormauer 21

**Daten Maxtorturm**

Baujahr: 15. Jahrhundert,  
 Bauphase: 2008 – 2009,  
 Innendämmung:  
 Wärmedämmputz 3 und 6 cm auf den Außenwandflächen.



Bild 10: Heilig-Geist-Haus Südfassade, Hans-Sachs-Platz 1

**Daten Heilig-Geist-Haus**

Baujahr: ab 14. Jahrhundert, Wiederaufbau 1962,  
 Ziegel, Sandstein,  
 Bauphase: 2009 – 2010,  
 Innendämmung: Mineralschaum 6 cm auf allen Außenwandflächen, Calciumsilikat 3 cm in den Fensterleibungen.



Bild 11: Neues Rathaus, Hauptmarkt 18

**Daten Neues Rathaus**

Baujahr: 1954 -1955, Stahlbeton, Ziegel, Sandstein,  
 Bauphase: geplant 2010 – 2011,  
 Innendämmung: Mineralschaum 4 cm auf den Stahlbetonstützen, den Sturzbereichen und im Bereich der Brüstungen.

**Impressum:**

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Erschienen: Juli 2008  
 Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
 Eva Anlauff

**Adressen:**

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Kommunales Energiemanagement  
 Marienortgraben 11, 90402 Nürnberg  
[eva.anlauff@stadt.nuernberg.de](mailto:eva.anlauff@stadt.nuernberg.de)



## 1. Grundlagen Trinkwasser

Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Von den rund 1,4 Mrd. km<sup>3</sup> Wasser, die weltweit zur Verfügung stehen, sind 97 % Salzwasser. Von den restlichen 3 % Süßwasser sind ca. 2,7 % in den Eiskappen der Pole, in Gletschern sowie in der Atmosphäre und im Boden gebunden. Nur rund 0,3 % der gesamten Süßwasservorräte stehen als Trinkwasser zur Verfügung.

In der Stadt Nürnberg wurden 2006 ca. 1,15 Mio. m<sup>3</sup> Wasser verbraucht. Die Frisch- und Abwasserkosten beliefen sich hierfür auf rund 3,9 Mio. EUR.

Da Trinkwasser mittlerweile für unzählige Zwecke wie z.B. Kühl- und Prozesswasser, Reinigung, Bewässerung, Körperhygiene etc. eingesetzt wird und Trinkwasser durch nichts ersetzt werden kann, stehen Maßnahmen zur Substitution sowie zur Senkung des Verbrauchs an erster Stelle.

## 2. Stadion Nebenplatz 1

Im Zuge des Umbaus des Frankenstadions für die Fußball-WM 2006 wurde dieses auf ökologische Regenwasserbewirtschaftung umgestellt. Das Regenwasser von großen Teilen des Tribünenendaches, von Stadionvorflächen sowie des Stadioninnenraumes (Rasenspielfeld mit Kunststofflaufbahnen) wird nun in drei unterirdischen Betonzisternen gesammelt, welche insgesamt ein Fassungsvermögen von ca. 1.000 m<sup>3</sup> besitzen. Von dort aus werden mittels Druckerhöhung die Beregnungsanlagen des Rasenspielfeldes und anderer Grünflächen sowie die Gartenwasserzapfstellen versorgt. Überschüssiges Wasser wird in den Langwasserbach eingeleitet.

Die Bewässerung des Nebenplatzes 1 mit oben genanntem Niederschlagswasser wurde bereits mit vorbereitet, d.h. Zuleitungen, Beregnungsanlage, Trinkwasseranschluss für die Nachspeisung sowie Genehmigungen waren bereits vorhanden. Auch wurde in der Kapazitätsauslegung der Betonzisternen der Nebenplatz 1 berücksichtigt. Einzig die Anbindung an die Zuleitungen sowie eine Druckerhöhungsanlage fehlten noch.



Bild 1: Stadion Nebenplatz 1

## BEWÄSSERUNGSTECHNIK FÜR SPORTFLÄCHEN

➔ **Stadion Nebenplatz 1 mit Regenwasser**

➔ **Sportplatz Muggenhof mit Brunnenwasser**

Nach Empfehlungen des Büros Thiele Landschaftsarchitekten GmbH, welche die Regenwasserbewirtschaftung für das Stadion entwickelt hatten, wurde in Zusammenarbeit mit dem SportService Nürnberg und dem Kommunalen Energiemanagement die Versorgung des Nebenplatzes 1 mit Regenwasser vollendet. Die Leitungsanschlüsse wurden Ende 2007 durchgeführt, die Druckerhöhungsanlage Anfang 2008 eingebaut, so daß die Regenwasserberegnung rechtzeitig zur Bewässerungssaison 2008 in Betrieb genommen werden konnte.



Bild 2:  
Druckerhöhungsanlage  
mit Speicherbehälter

Eingebaut wurde eine vollautomatische Druckerhöhungsanlage mit 7,5 kW Leistungsaufnahme und ca. 13 m<sup>3</sup>/h Förderleistung. Über 2 Schwimmerventile wird vorrangig Regenwasser eingespeist, bei leerem Speichertank erfolgt die Nachspeisung mit Trinkwasser. Auf dem Nebenplatz selbst ist eine automatische Beregnungsanlage mit Zeitsteuerung vorhanden. Gemäß Vereinbarungen mit dem Stadionbetreiber kann das Regenwasser jederzeit vom SportService gegen Entgelt genutzt werden, Vorrang hat allerdings die Bewässerung der Stadionrasenflächen. Mit geschätzten Gesamtinvestitionskosten von 14.000 EUR inkl. Honoraren und unter Berücksichtigung der aktuellen Verbrauchsmengen ergibt sich eine Amortisationszeit von rund 10 Jahren.

### 3. Sportplatz Muggenhof

Der SportService der Stadt Nürnberg betreibt in der Adolf-Braun-Straße 60 den Sportplatz Muggenhof. Die drei Sportplätze mit einer Fläche von rund 25.000 m<sup>2</sup> werden täglich von Fußballvereinen und einem Faustballverein genutzt. Über das Jahr gesehen nutzen etwa 12.000 Spieler die Sportplätze.



Bild 3: Sportplatz Muggenhof

In den Jahren 2005 und 2006 wurden rund 6.500 m<sup>3</sup> Trinkwasser jährlich für die Bewässerung der Rasenplätze verbraucht.

Um diese immensen Mengen zu reduzieren wurde mit dem Eigenbetrieb Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) Kontakt aufgenommen. Dieser betreibt auf dem Gelände des Klärwerks 1 in Schniegling, also in unmittelbarer Nachbarschaft, mehrere Brunnen für die Betriebswasserversorgung des Klärwerks, welche über einen Ringverbund miteinander gekoppelt sind und eine Gesamtleistung von 6.000 bis 10.000 m<sup>3</sup> mit ausreichend Druck zur Verfügung stellen. Der Bedarf für die Rasenbewässerung könnte hierüber gedeckt werden, ggf. zeitlich versetzt zum Klärwerksbedarf. Die Betriebswasserleitung verläuft im Kollektor und anschließend im Technikflur mit konstant 10°C.

Mittels Kernbohrung und unterirdischer Erdpressung wurde die Verbindung zwischen der Betriebswasserleitung und der bestehenden Druckerhöhungsanlage am Sportplatzgebäude hergestellt. Die Rohrleitung wurde innen in Edelstahl, im Erdreich in PE verlegt (DN 50).



Bild 4: Wasserzählergruppe mit Filter



Bild 5: Anbindung an Betriebswasserleitung

Aufgrund der Wasserqualität ist eine Filtervorschaltung erforderlich. Weiterhin wurden alle möglichen Zapfstellen mit „Kein Trinkwasser“ beschriftet.

Im April 2007 ist die Beregnungsanlage in Betrieb genommen worden und läuft nach Beseitigung diverser Anfangsschwierigkeiten seither störungsfrei.

Zur Ermittlung bzw. Abrechnung der genutzten Wassermengen wurde ein Zähler installiert. Weiterhin wurde zwischen SUN und SportService eine Abrechnungsvereinbarung über die Kosten des Betriebswassers getroffen. Im Hinblick auf die tatsächlichen Gesamtinvestitionskosten von 17.000 EUR inkl. Honoraren ergibt sich eine Amortisationszeit von rund 2 Jahren bezogen auf die Wassermengen 2005/2006.

Für die Druckerhöhungsanlage wurde eine jährliche Wartungsvereinbarung abgeschlossen.

### 4. Fazit

Mit den dargestellten Maßnahmen lassen sich auf relativ einfache Weise große Mengen an kostbarem Trinkwasser und damit Betriebskosten sparen.

In Zusammenarbeit mit dem SportService und dem Fachbereich Sanitärtechnik werden aktuell weitere Projekte untersucht, wie z.B. die Bewässerung des Sportplatzes Deutschherrnstraße mit Brunnenwasser (ähnlich der seit Ende 2001 vorhandenen Bewässerung der Gartenflächen im benachbarten Wohnheim Großweidenmühlstraße) und die Ausstattung eines Muster-sportplatzes mit einer automatischen Beregnungsanlage für die Rasenflächen.

#### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: Juli 2008  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
Rainer Knaupp, Dipl.-Ing. (FH)  
Fachbereich Sanitärtechnik, Werner Börkel  
SportService Nürnberg, Volker Sadel

#### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg

[rainer.knaupp@stadt.nuernberg.de](mailto:rainer.knaupp@stadt.nuernberg.de)  
[werner.boerkel@stadt.nuernberg.de](mailto:werner.boerkel@stadt.nuernberg.de)  
[volker.sadel@stadt.nuernberg.de](mailto:volker.sadel@stadt.nuernberg.de)

Bild 1: Pelletskesselanlage mit Puffer in der Heizzentrale



### 1. Ausgangssituation

Im Sommer 2007 wurde in der Saalfelder Straße das Kinder- und Jugendhaus fertiggestellt. Im zweigeschossigen Gebäude in Massivbauweise mit 725 m<sup>2</sup> Nettogrundfläche ist im Obergeschoss ein Hort integriert. Während der Planungsphase wurden unterschiedliche Wärmeerzeugerarten in einem Energiekonzept verglichen. Zur Auswahl standen: Gasbrennwertanlage, Wärmepumpen, Blockheizkraftwerk und eine Holzanlage. Die Entscheidung fiel auf eine Holzpelletsanlage. Außerdem wurde nach einer baulich und energetisch günstigen Lösung für die Be- und Entlüftung des Mehrzweckraumes mit Teeküche gesucht. Hier wurden zwei kompakte Wandlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung (WRG) gewählt.

### 2. Holzpelletskesselanlage

Der Pelletskessel hat eine Wärmeleistung von 35 kW. Die CO<sub>2</sub>-neutralen Holzpresslinge werden im Freien in der Nähe des Heizraumes in einem Erdtank aus Beton gelagert. Die Austragung erfolgt über ein Saugsystem, welches über Leerrohre mit dem Domschacht des Behälters verbunden ist. Zur Absaugung im Betonbehälter wird ein Austragsystem mit Aufhängevorrichtung („Maulwurf“) verwendet. Zur Abdichtung gegen Oberflächenwasser wurden auf Straßenebene zwei verschraubte Guss/Betondeckel eingebaut. Der Inhalt des installierten Pufferspeichers beträgt 750 Liter.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigte gegenüber einem Gasbrennwertkessel eine Amortisationszeit von etwa 15 Jahren. Allerdings wurden die Brennstoffpreise von 2005 zugrunde gelegt. Mittlerweile ist die Differenz zwischen Gas- und Pelletspreis noch größer als im Konzept angenommen.

Ein Feinstaubfilter wird zu Beginn der Heizperiode 08/09 installiert. Der Filter basiert auf dem System der elektrostatischen Aufladung. Der abgeschiedene Staub

## Holzpelletsheizung und WRG-Wandlüftungsgeräte im Kinder- und Jugendhaus in der Saalfelder Straße

- ➔ CO<sub>2</sub>-neutral
- ➔ luftdichte Hülle

lagert sich dann an den Wänden der metallischen Abgasleitung ab, und soll regelmäßig vom Kaminkehrer gereinigt werden.

Die ersten Betriebserfahrungen zeigen, dass die Austragung aus dem Betonbehälter anfangs von Störungen begleitet war. Während der Heizperiode wurde die Austragung und deren Regeleinstellungen optimiert, was zu einem störungsfreien Betrieb führte.



Bild 2: Westfassade mit beiden Außengittern der Wandlüfter

### 3. Wandlüftungsgerät mit WRG

Das kompakte, in die Außenwand installierte Lüftungsgerät sollte mehrere Problemstellungen lösen: Die Investitionskosten zur Be- und Entlüftung des Aufenthaltsraumes sollten sich in Grenzen halten. Die Heizenergieverluste sollten durch den Einsatz einer Wärmerückgewinnung vermindert werden. Die Dichtheit des Gebäudes sollte bei Stillstand der Lüftung gewahrt bleiben.

Es wurden zwei dezentrale Varianten näher betrachtet: 1. Kompakte Wandgeräte und 2. Schalldämmlüfter zum Einbau zwischen dem Fensterrahmen und dem Fenstersturz, beide mit WRG.

Aufgrund der hohen Investitionskosten der Schalldämmlüfter wurden die Wandgeräte ausgewählt. Der Wärmetauscher erreicht zusammen mit den effizienten Ventilatormotoren eine Rückgewinnung von max. 70%. Um eine möglichst zugfreie Einbringung auch bei kalten Außentemperaturen zu ermöglichen, ist das Einblasgitter nach oben gerichtet. Um auch bei hohen Luftmengen eine Zugfreiheit zu gewährleisten, wurde ein Elektroheizregister mit eingebaut, welches aber noch nicht verdrahtet wurde. Sollten sich im Betrieb wirklich Problemsituationen bzgl. Zugserscheinungen zeigen, kann die Elektrozusatzheizung immer noch aktiviert werden. Das fünfstufige Schaltgerät kann vom Nutzer nur über einen Taster mit Zeitrelais bedient werden.

Abschließend wurden nach der Gebäudefertigstellung zur Qualitätssicherung noch Thermografieaufnahmen der außenliegenden Wandgitter der Lüfter durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Bildern 4 und 5 dargestellt. Eine ausreichende Dichtheit der Gebäudehülle ist bei Stillstand der Geräte gewährleistet.

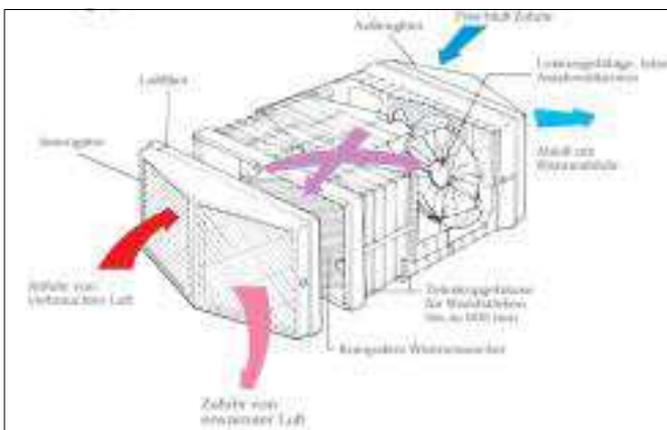


Bild 3: Funktionsschnitt Wandlüftungsgerät mit WRG

Zur Sicherstellung der Luftdichtheit wurden an den Außenöffnungen noch motorisch angetriebene Verschlussklappen in das Gehäuse integriert.

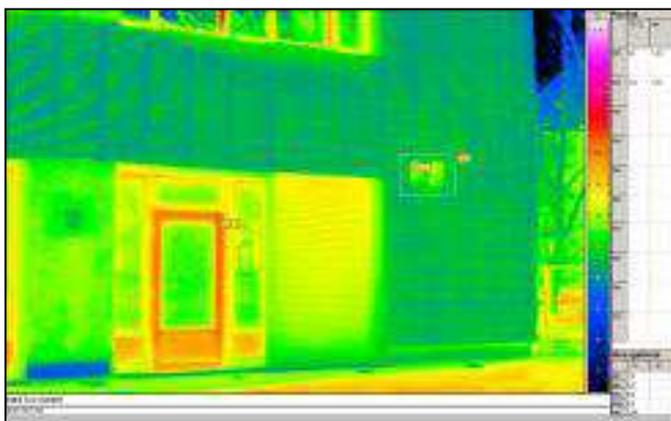


Bild 4: Lüftungsgerät nicht in Betrieb; Fortluftgitter: 9,0 °C

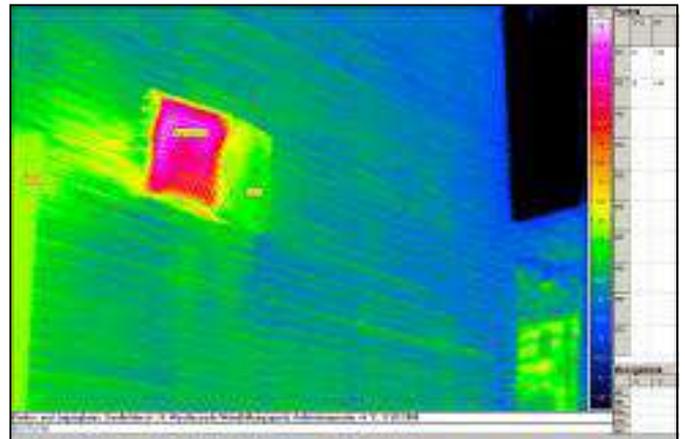


Bild 5: Lüftungsgerät in Betrieb; Fortluftgitter: 12,9 °C

#### 4. Fazit

Nach der ersten Heizperiode mit einigen Störungen am Kessel und Austragssystem läuft die Pelletsanlage nun zufriedenstellend. Fehlendes technisches Personal vor Ort bedingt bei Wartungen und Störungen einen Mehraufwand, der durch Anwesenheit von fachkundigem Personal zum Großteil vermieden werden könnte.

Die Lüftungsgeräte sind eine gute Lösung, wenn eine einfache und kostengünstige Be- und Entlüftung mit der Sicherstellung von Wärmerückgewinnung und Gebäudedichtheit gewählt werden soll.

#### 5. Daten

Nutzer: Evangelische Jugend Nürnberg  
 Bauzeit Gebäude: März 2006 bis August 2008  
 Kosten Pelletsanlage mit Zubehör: 24.000 EUR  
 Kosten Pellets-Erdtank mit Montage: 12.500 EUR  
 Förderung Pelletsanlage BAFA: 840 EUR  
 Kosten für beide Wandlüfter: 5.000 EUR  
 Planung und Bauleitung Heizung-Lüftung: Hochbauamt, Fachbereich Heizung/Lüftung/Klima  
 Energiekonzept: Hochbauamt, Kommunales Energiemanagement

#### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Erschienen: Juli 2008  
 Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
 Markus Aurbach, H/T-KEM  
 Robert Kirchner, H/T-HKL

#### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
 Kommunales Energiemanagement  
 Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[markus.aurbach@stadt.nuernberg.de](mailto:markus.aurbach@stadt.nuernberg.de)  
[robert.kirchner@stadt.nuernberg.de](mailto:robert.kirchner@stadt.nuernberg.de)

Bild 1: Baureferent Wolfgang Baumann mit den Preisträgern:  
 Platz 1 - Feuerwache 2, Hr. Zink; Platz 2 - Umweltamt, Hr. Dr.  
 Köppel; Platz 3 - NüBad, Hr. Friedmann



## Energiesparpreis 2008

- Diesjährig zum 4. Mal vergeben
- Soviel Bewerber wie noch nie
- 3 Preisträger, 3 Sonderpreise und 6 Anerkennungen

### Preisträger

### Hintergrund

Das Kommunale Energiemanagement hat in diesem Jahr zum vierten Mal den Energiesparpreis für städtischen Liegenschaften vergeben.

Dieser ist mit insgesamt 6.000 Euro dotiert und wird aus den Einspeisevergütungen der stadt-eigenen Photovoltaikanlagen finanziert, die auf städtischen Dächern Solarstrom erzeugen.

Für den Energiesparpreis können sich alle städtischen Dienststellen mit Ausnahme von Schulen und Jugendamtseinrichtungen bewerben. Für diese existiert das gesonderte Energiesparprogramm KEiM.

### Preisverleihung

Die Preisverleihung fand am 07. Juli in der Aula des Baumeisterhauses statt und wurde durch den Baureferenten Wolfgang Baumann vorgenommen.

In seiner Laudatio sprach der Baureferent allen Bewerbern seinen herzlichen Dank für ihr Engagement und ihre Einsicht in die Notwendigkeit des Energiesparens sowie für Ihre Teilnahme an diesem Wettbewerb aus.

Besonders Kommunen haben hier eine wichtige Vorbildfunktion bei der lokalen Klimaschutzpolitik und entsprechend hat der Nürnberger Stadtrat im Umweltausschuss der Stadt Nürnberg die Selbstverpflichtung beschlossen, bis zum Jahr 2020 ihren CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 40% zu verringern.

Erfreulicherweise hat sich die Zahl der Bewerber gegenüber 2005 verdreifacht, was die gestiegene Bedeutung des Themas verdeutlicht.

Alle Dienststellen, die sich beteiligt haben, heben sich sowohl durch energiesparendes Verhalten als auch durch die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen hervor. Alle Bewerbungen sind hervorragend und zeichnen sich durch innovative Ideen aus.

Bei der Bewertung werden zum einen die Energieverbrauchseinsparungen beurteilt. Zum anderen werden Maßnahmen zur Energieeinsparung im investiven als auch im organisatorischen Bereich begutachtet. Auch die Motivation und Sensibilisierung von Nutzern und Mitarbeitern findet Eingang in die Bewertung.



Bild 2: Urkunde Feuerwache 2



Bild 3: Baureferent Wolfgang Baumann bei seiner Laudatio

Dieses Jahr lagen die Bepunktungen sehr eng aneinander, wodurch wiederum die hohe Qualität der Bewerbungen klar wird.

Die diesjährigen Preisträger sind:

- Der 1. Platz (dotiert mit 1.600 Euro) ging an die Feuerwache 2.
- Den 2. Preis (dotiert mit 1.200 Euro) erhielt das Umweltamt.
- Über den mit 800 Euro ausgelobten 3. Preis durfte sich NürnbergBad freuen.

Zusätzlich wurden diesjährig erstmals drei Sonderpreise vergeben, um besondere Bemühungen in unterschiedlichen Kategorien hervorzuheben.

Die Sonderpreise sind mit je 400 Euro dotiert und gehen an:

- Gemeinschaftshaus Langwasser  
(Kategorie Veranstaltungsgebäude)
- Museum Industriekultur  
(Kategorie Museen)
- Tiefbauamt  
(Kategorie Lichtsignalanlagen)

Weiterhin wurden sechs Anerkennungen in Höhe von jeweils 200 Euro an die weiteren Bewerber ausgesprochen.



Bild 4: Die Preisträger vom Energiesparpreis 2008

Diese sind in alphabetischer Reihenfolge:

- Bürgeramt Ost
- Dokumentationszentrum Reichsparteitagsgelände
- Loni-Übler Haus
- Pädagogisches Institut
- SportService
- Tiergarten

### Fazit

Der Baureferent sprach allen Bewerbern seinen herzlichen Dank für ihr Engagement und ihre Einsicht in die Notwendigkeit des Energiesparens sowie für Ihre Teilnahme an diesem Wettbewerb aus.

Ziel des Energiesparpreises ist es, einen dauerhaften Anreiz zu schaffen, Einsparpotentiale innerhalb der Stadtverwaltung auszuschöpfen und die Energiesparbemühungen fest zu verankern. So sollen einerseits die Bemühungen der Dienststellen gewürdigt und auf der anderen Seite sollen diese aber auch motiviert werden, die Anstrengungen im Bereich Energiesparen weiter zu intensivieren.

Entsprechend stellt der Preis einen wichtigen Baustein im Rahmen eines verantwortungsvollen Umgangs mit den Ressourcen dar.

### Impressum:

Herausgeber: Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Erschienen: Juli 2008  
Redaktion: Kommunales Energiemanagement  
Bettina Roth

### Adressen:

Hochbauamt der Stadt Nürnberg  
Kommunales Energiemanagement  
Marientorgraben 11, 90402 Nürnberg  
[bettina.roth@stadt.nuernberg.de](mailto:bettina.roth@stadt.nuernberg.de)



