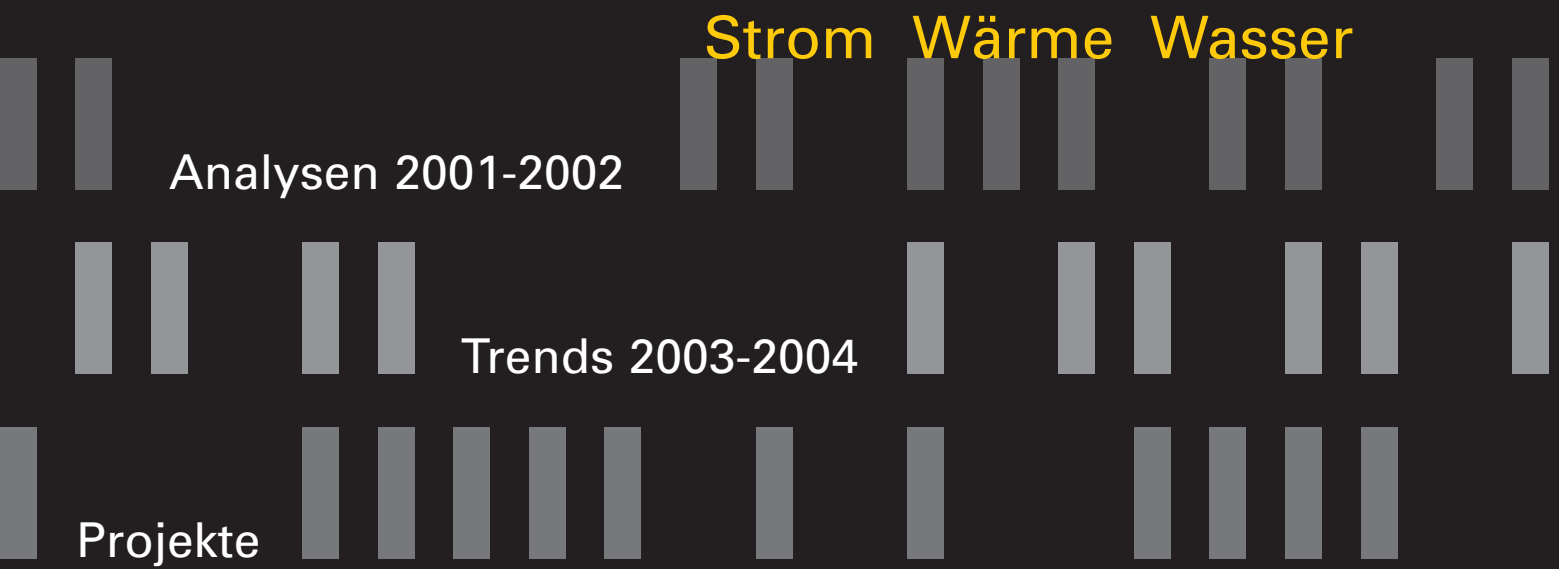




# Energiemanagement

# Bericht



<b>Grußwort</b>	2
<b>Vorwort</b>	3
<b>1 Überblick</b>	5
1.1 Energiepolitische Rahmenbedingungen	6
1.2 Bilanz – Klimaschutz: Strom, Wärme, Wasser und CO <sub>2</sub>	10
1.3 Anteile der Referate	12
<b>2 Aktivitäten des Energiemanagements</b>	15
2.1 Energiebeschaffung	16
2.2 Energiewirtschaftliche Beratung	18
2.3 Energiedienst für den Gebäudebestand	31
2.4 Immissionsschutz und Umweltschutz	39
2.5 Information und Schulung	40
2.6 Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit	41
<b>3 Bauliche und technische Maßnahmen</b>	47
3.1 Effizienzsteigerung im Gebäudebestand	48
3.2 Regenerative Energienutzung	52
3.3 Einsparungen bei Lichtsignalanlagen	60
3.4 Einsparungen bei Straßen- und Tunnelbeleuchtungsanlagen	61
3.5 Niederschlagswasserversickerung – Reduzierung der Niederschlagswassergebühr	63
<b>4 Technischer Betrieb</b>	65
4.1 Aktivitäten	66
4.2 Bedarfsgerechte Optimierung von technischen Anlagen	67
<b>5 Finanzierungs- und Investitionsprogramme</b>	71
5.1 Heizungssanierungsprogramm	72
5.2 Sonderprogramm »Energiesparen in Schulen«	72
5.3 Finanzierung des Energiemanagements	72
5.4 Contracting	73
<b>6 Statistik</b>	77
6.1 Verbräuche, CO <sub>2</sub> -Emissionen und Kosten für Strom, Wärme und Wasser 2001 und 2002	78
6.2 Preis-, Verbrauchs- und Kostenentwicklung	80
6.3 Verbrauchsvorgaben	89
6.4 Gesamtübersicht der thermischen Solaranlagen der Landeshauptstadt München	90
6.5 Gesamtübersicht der Photovoltaikanlagen der Landeshauptstadt München	92
Abkürzungsverzeichnis	94
Impressum	96



## Grußwort



Liebe Leserin, lieber Leser,

»Global denken – lokal handeln.« Mit dieser Kernidee der lokalen Agenda 21 wurde zum 10. Jahrestag 2002 in Johannesburg eine kritische Bilanz gezogen und neue Wege für die Zukunft aufgezeigt.

Die Landeshauptstadt München konnte bisher einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Agenda leisten und damit eine Vorreiterrolle übernehmen. Beispielsweise war München unmittelbar nach dem Weltgipfel Gastgeber der internationalen Konferenz »Nach Johannesburg – Lokale Energie – und Klimapolitik. Erfahrungen und Perspektiven«.

Noch im selben Jahr wurde die Landeshauptstadt München für ihre erzielten Erfolge auf den Gebieten

- Nutzung erneuerbarer Energien  
(RES = **R**enewable **E**nergy **S**ources) und
- Rationelle Energieanwendung  
(RUE = **R**ational **U**se of **E**nergy)

von der Europäischen Union mit dem Preis für die beste lokale Partnerschaft für Erneuerbare Energien gewürdigt (siehe Seite 56).

Diese Auszeichnung ist für die Landeshauptstadt München Anreiz und Aufforderung, die Klimabilanz mit allen gesellschaftlichen Akteuren weiter nachhaltig zu verbessern.

Mit dem vorliegenden Energiemanagementbericht informiert das Baureferat über Maßnahmen im Bereich der städtischen Gebäude, die einen deutlichen Beitrag zur Reduzierung der Kohlendioxidemissionen und damit zum Klimaschutz leisten. Ich hoffe, dass die aufgezeigten Aktivitäten viele Münchnerinnen und Münchner zu einem eigenen Beitrag zum Klimaschutz anregen.

Hep Monatzeder  
3. Bürgermeister der  
Landeshauptstadt München

Zukunftsfähiges München



## Vorwort

Schon seit 30 Jahren informiert das Baureferat über die Energie-, Schadstoff- und Kostenreduktion im städtischen Gebäudebestand<sup>1)</sup>. Es freut mich besonders, dass sich das Baureferat auch auf diesem Gebiet zu einem konkurrenzfähigen Dienstleister entwickelt hat und ich mit dem vorliegenden Energiemanagementbericht »Analysen 2001–2002, Trends 2003–2004« an diese Tradition anknüpfen kann.

Im Auftrag aller Referate konnte das Baureferat seit dem Referenzjahr 1987 des Klimabündnisses beispielsweise das Wärmeverbrauchsniveau 2002 der städtischen Gebäude und damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 25 % reduzieren. Dieser Erfolg spornt zugleich an, künftig weitere CO<sub>2</sub>-Reduktionen zu erreichen, um den vom Stadtrat gesteckten Zielen der CO<sub>2</sub>-Reduktion von 30 % bis 2005 bzw. 50% bis 2010 möglichst nahe zu kommen. Insgesamt ist festzustellen, dass es bei dem erreichten niedrigen Verbrauchsniveau immer schwieriger wird, weiter Energie zu sparen.

Das Baureferat will sich dieser Herausforderung stellen und durch die weitere konsequente Umsetzung von Maßnahmen, wie u.a.

- Fortführung des Heizungssanierungsprogramms,
- Umsetzung des Energiesparkonzepts für 1000 Gebäude durch das Münchner Intracting Modell sowie
- hochwirtschaftliche Dämmmaßnahmen von obersten Geschossdecken mit insgesamt rd. 68.000 m<sup>2</sup>

die Effizienz im Gebäudebestand steigern.

Zusätzlich werden alle städtischen Neubauten bereits in der Entwurfsphase auf Wirtschaftlichkeit geprüft. Hierbei wird das Anforderungsniveau der Energieeinspar-Verordnung deutlich unterschritten und somit der CO<sub>2</sub>-Mehrausstoß bei Neubauten begrenzt.

Damit wird das Baureferat auch künftig bei Neubaumaßnahmen und im städtischen Gebäudebestand der Verpflichtung aus dem Beitritt zum »Bündnis zum Erhalt der Erdatmosphäre« im Auftrag aller Referate nachkommen und bei der weiteren CO<sub>2</sub>-Reduktion gesamtstädtische Vorbildfunktion und Signalwirkung wahrnehmen.

*R. Hingerl*

Rosemarie Hingerl  
Baureferentin der  
Landeshauptstadt München



Erfolgskurs beibehalten



**Energie  
Management**

<sup>1)</sup> In der Reihe »Energieberichte« erschienen bereits Ausgaben für die Jahre 1973–1983, 1984–1992, 1993–1994, 1995–1996 sowie die »Energiemanagementberichte« für die Jahre 1997–1998, und 1999, 2000 sowie »Energiemanagementbericht-Kurzfassung« für das Jahr 2001.



## 1 **Überblick**

1.1 Energiepolitische Rahmenbedingungen

1.2 Bilanz – Klimaschutz:  
Strom, Wärme, Wasser und CO<sub>2</sub>

1.3 Anteile der Referate

## 1 Überblick

### 1.1 **Energiapolitische Rahmenbedingungen**

Die Auflistung von Beschlüssen und Bekanntgaben dient als Übersicht der relevanten energiewirtschaftlichen Vorgaben.  
Detaillierte Informationen zur Thematik sind in den zugehörigen Textpassagen enthalten.

#### ■ **CO<sub>2</sub>-Reduktion in München**

- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 15.07.1992 über den Vollzug des Beitritts zum »Klimabündnis/Alianza del Clima e.V.«.
- Stadtratsbeschluss (Bauausschuss) vom 17.11.1992 »Energiesparkonzept (ESK) für München«.
- Stadtratsbeschluss (Umweltschutzausschuss) vom 15.09.1993 über die Einrichtung eines referatsübergreifenden Arbeitskreises und die Förderung von Projekten in den Ländern der so genannten Dritten Welt.
- Stadtratsbeschluss (Werkausschuss) vom 26.07.1995 »Örtliches Versorgungskonzept (ÖVK) für München«.
- Stadtratsbeschluss (Umweltschutzausschuss) vom 09.10.1996 zum CO<sub>2</sub>-Reduktionskonzept.

#### ■ **Energiesparendes Bauen bei städtischen Hochbauprojekten im Neubau und bei Sanierung Gebäudebestand**

- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 09.12.1992.
- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 22.11.1995.
- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16.11.2001.

#### ■ **»Fifty-Fifty« Energiesparprojekt an Münchner Schulen und Kindertagesstätten**

- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 28.02.1996.
- Seit Stadtratsbeschluss (Schulausschuss) vom 19.09.2001 wird das Projekt als Programm fortgeführt.

■ **Energiemanagement in städtischen Gebäuden – Konzept zur Finanzierung von Energiesparmaßnahmen**

Stadtratsbeschluss (Bauausschuss) vom 15.04.1997.

■ **Einsparpotenziale realisieren durch verstärkte Nutzerverantwortung, Kampagne »Pro Klima – Contra CO<sub>2</sub>«**

- Entscheidung des »Lenkungskreises CO<sub>2</sub>-Reduktion« vom März 1998. Weitere Fortführung des Projekts wird mit einem Beschluss geregelt.
- Seit Stadtratsbeschluss (Bauausschuss) vom 01.10.2002 wird das Projekt als Programm fortgeführt.

■ **Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes vom 29.04.1998**

- Liberalisierung des Strommarktes.
- Liberalisierung des leitungsgebundenen Gasmarktes.

■ **Durch Energiepartnerschaften den CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduzieren und den städtischen Haushalt entlasten**

Stadtratsbeschluss (Umweltschutzausschuss) vom 24.09.1998.

■ **Ökosteuer**

- 1. Stufe zum 01.04.1999 (Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform): Ökosteuer-Strom mit zusätzlich 2 Pf/kWh (1,02 ct/kWh). Ökosteuer-Mineralöl für leichtes Heizöl 4 Pf/l (2,05 ct/l) und für Erdgas 0,32 Pf/kWh (0,16 ct/kWh) (bezogen auf H<sub>0</sub>). Preise jeweils netto.
- 2. Stufe zum 01.01.2000 (Fortführung der ökologischen Steuerreform): Erhöhung der Ökosteuer-Strom auf 2,5 Pf/kWh (1,28 ct/kWh) netto. Keine weitere Erhöhung der Ökosteuer für leichtes Heizöl und für Erdgas.
- 3. Stufe zum 01.01.2001: Erhöhung der Ökosteuer-Strom auf 3 Pf/kWh (1,53 ct/kWh) netto. Keine weitere Erhöhung der Ökosteuer für leichtes Heizöl und für Erdgas.
- 4. Stufe zum 01.01.2002: Erhöhung der Ökosteuer-Strom auf 1,79 ct/kWh netto. Keine weitere Erhöhung der Ökosteuer für leichtes Heizöl und für Erdgas.
- 5. Stufe zum 01.01.2003: Erhöhung der Ökosteuer-Strom auf 2,05 ct/kWh. Erhöhung der Ökosteuer für Erdgas um 0,2 ct/kWh auf 0,36 ct/kWh. Keine weitere Erhöhung der Ökosteuer für leichtes Heizöl. Preise jeweils netto.



# 1 Überblick

## 1.1 Energiepolitische Rahmenbedingungen

### ■ **Erweitertes Klimaschutzprogramm der Landeshauptstadt München**

- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 21.07.1999.  
Zusätzliche Mittel i. H. v. insgesamt 20 Mio. DM für die Jahre 2000 bis 2004.  
Für die jeweiligen Maßnahmen ist ein Einzelbeschluss notwendig.
- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 16.02.2000 »Weitere Förderung der Solarenergie auf stadteigenen Gebäuden«.
- Stadtratsbeschluss (Umweltschutzausschuss) vom 11.05.2000  
»Energie-Tische für eine vernünftige Energiewirtschaft in München«.

### ■ **Photovoltaikanlagen**

- Stadtratsbeschluss (Vollversammlung) vom 13.12.2000.  
»Unentgeltliche Überlassung von geeigneten Dachflächen an externe Betreiber für die Errichtung von Photovoltaikanlagen in Form von Bürgerbeteiligungsanlagen«.
- Stadtratsbeschluss (Umweltausschuss) vom 13.07.2004  
»Die Stadt München lässt Dächer der Münchner Schulen auf ihre Eignung für die Installation von Photovoltaikanlagen untersuchen«.

### ■ **Solarthermische Anlagen**

Förderung erneuerbarer Energien (Marktanreizprogramm) vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ab 01.01.2004 für Kommunen.  
Fördersatz 110 €/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche

### ■ **Sonderprogramm »Energiesparen in Schulen«**

Sonderprogramm des Schulreferates im Bereich Elektrotechnik für die Jahre 1999 bis 2003.

### ■ **Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 01.04.2000**

- Novellierung des Stromeinspeisegesetzes.  
Einspeisevergütung für solar erzeugten Strom 99 Pf/kWh (50,26 ct/kWh).  
Für Anlagen die ab dem 01.01.2001 in Betrieb gehen verringert sich der Betrag um 5 %.  
Einspeisevergütung für Strom aus Biomasse 20 Pf/kWh (10,23 ct/kWh).  
Für Anlagen die ab 01.01.2002 in Betrieb gehen verringert sich der Betrag um 1 %.
- Zum 01.01.2004 wurde das Gesetz als Ausgleich des ausgelaufenen KfW-Programms so abgeändert, dass die Vergütung für den verkauften Strom bei Aufdachanlagen, die ab dem 01.01.2004 in Betrieb gehen, bei 57,0 ct/kWh liegt, bei Fassaden- oder gebäudeintegrierten Anlagen bei 62,4 ct/kWh (+9 %).

■ **Gesetz zum Schutz der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz) vom 12.05.2000**

Einspeisevergütung für Strom aus KWK-Anlagen 9 Pf/kWh (4,6 ct/ kWh).  
Dieser Wert verringert sich jeweils pro Jahr um 5 %.

■ **Contracting für die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen**

- Stadtratsbeschluss (Umweltausschuss) vom 15.07.2003.  
»Durch Energiepartnerschaften den CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduzieren und städtischen Haushalt entlasten.«
- Stadtratsbeschluss (Bauausschuss) vom 23.09.2003.  
»Finanzierung von Energiesparmaßnahmen durch das Münchner Intracting-Modell. Änderung des Entwurfs des MIP 2003–2007.«

## Verbrauchs-, Kosten- und CO<sub>2</sub>-Analysen

### 1.2 Bilanz – Klimaschutz: Strom, Wärme, Wasser und CO<sub>2</sub>

In Abb. 1.2.1 sind die mit der Stadtwerke München GmbH abgerechneten Verbräuche und Kosten von Strom, Wärme und Wasser sowie die damit einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen dargestellt.

Eine detaillierte referatsbezogene Übersicht ist im Kapitel Statistik 6.1 dokumentiert.

2002	Verbrauch	Veränd. zum Vorjahr	Kosten	Veränd. zum Vorjahr	CO <sub>2</sub> - Emissionen <sup>2)</sup>	Veränd. zum Vorjahr
<b>Strom</b>	227.300 MWh	+0,9 %	24,1 Mio. €	-6,9 %	62.100 t	+1,0 %
<b>Wärme</b>	511.500 MWh	-4,2 %	27,6 Mio. €	-5,7 %	98.400 t	-4,3 %
<b>Wasser/Abwasser</b>	3.424.500 m <sup>3</sup>	+1,3 %	8,6 Mio. €	+4,3 %	-	-

**Abb. 1.2.1** Gesamtübersicht der Verbräuche, Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen (nicht flächen- und witterungsbereinigt)

Der Stromverbrauch 2002 ist im Vergleich zum Vorjahr um 0,9 % leicht angestiegen. Dieser geringfügige Anstieg ist begründet durch die steigende technische Gebäudeausstattung (EDV-Vernetzung Schulen) und durch die Inbetriebnahme von neuen Objekten.

Gleichzeitig konnte auf Grund der Liberalisierung des Strommarktes das Energiemanagement des Baureferates durch Abschluss eines Rahmenvertrages im April 2002 mit dem Energieversorgungsunternehmen eine Reduzierung des Stromgrundpreises um ca. 25 % erreichen. Unter Berücksichtigung der gestiegenen gesetzlichen Abgaben (Ökosteuern, KWK, EEG) ergibt sich eine tatsächliche Einsparung von 6,9 %, das entspricht 1,8 Mio. €.

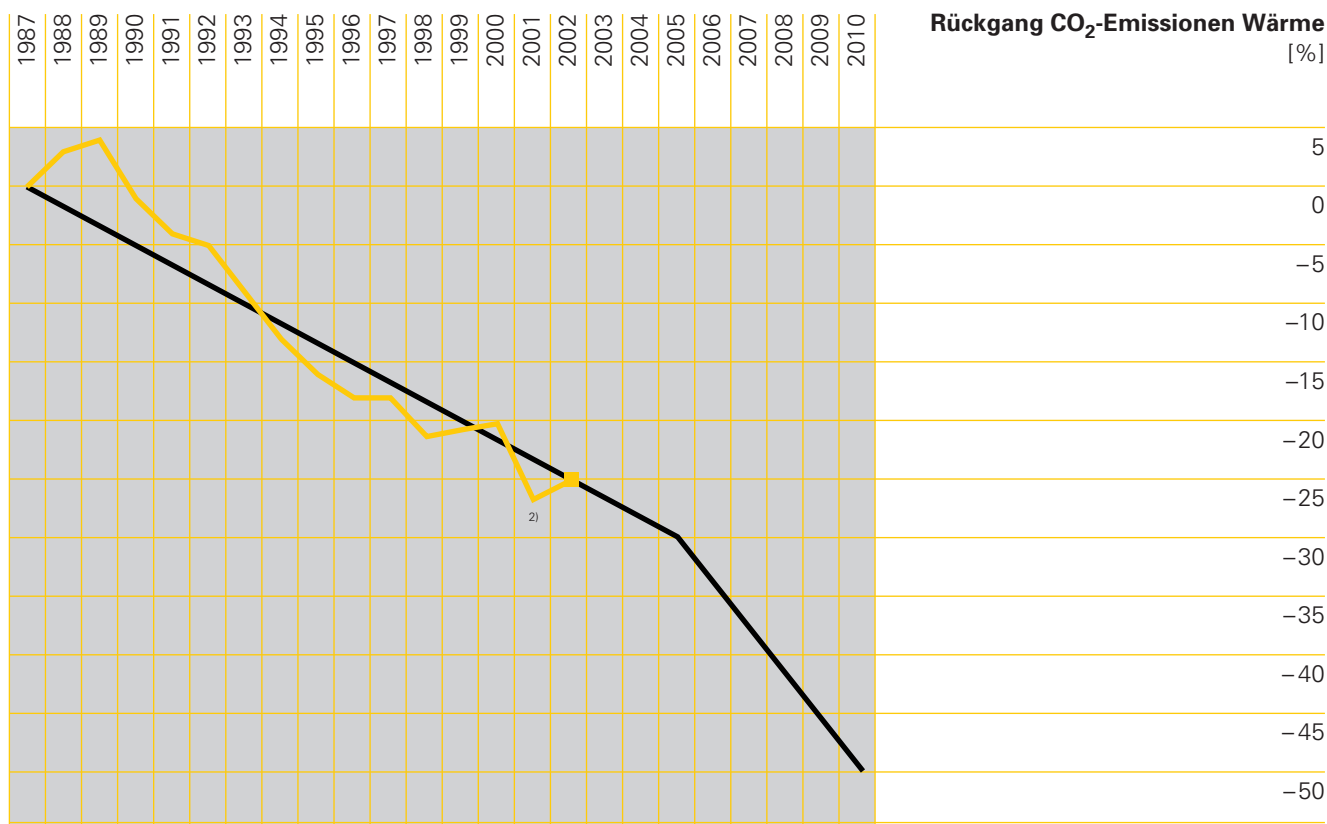
Der Verbrauch des von der Stadtwerke München GmbH gelieferten Trinkwassers erhöhte sich gegenüber dem Vorjahr geringfügig um 1,3 %. Die Gesamtkosten für die Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung sind jedoch insgesamt um 4,3 % gestiegen. Hierbei ist auch berücksichtigt, dass verstärkt Brunnenanlagen zur Eigenwasserversorgung zum Einsatz kommen. Hierfür fallen keine Trinkwassergebühren an, dagegen sind Abwassergebühren zu entrichten.

<sup>2)</sup> Für eine stadtweite einheitliche Datenbasis wurden ab 2001 die CO<sub>2</sub>-Kennwerte der RGU-Studie »Möglichkeiten kommunaler CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen« zu Grunde gelegt.

Die Wärmekosten haben sich im Vergleich zum Vorjahr durch die im Jahr 2002 kurzfristig gesunkenen Energiepreise um 1,7 Mio. € auf 27,6 Mio. € reduziert, bewegen sich dabei aber insgesamt auf einem sehr hohen Niveau.  
 Zur Veranschaulichung wird auf den Anstieg der Wärmekosten im Vergleich zum Jahr 1999 um über 50 % verwiesen (siehe Kapitel 6.2.2). Diese langjährige Kostenentwicklung ist hierbei im Wesentlichen durch die gestiegenen Energiepreise und nicht durch einen Mehrverbrauch begründet.

Wird die Witterungsbereinigung und die Zu- und Abnahme im Gebäudebestand berücksichtigt, ergibt sich im Jahr 2002 in der Summe ein Mehrverbrauch von 3,7 %. Damit beträgt, bezogen auf das Jahr 1987 (Referenzjahr »Klimabündnis«), die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärme 25,1 %. Der Verlauf der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärme ist in Abb. 1.2.2. den klimapolitischen Zielvorgaben gegenübergestellt.

**Erfolgskontrolle  
 anhand der Leitgröße CO<sub>2</sub>**



■ bisher erreichte Einsparungen (flächen- und witterungsbereinigt)  
 ■ Vorgaben Stadtrat

**Abb. 1.2.2** Rückgang CO<sub>2</sub>-Emissionen (flächen- und witterungsbereinigt) für Wärme im Zeitraum von 1987 bis 2002 und die klimapolitischen Zielvorgaben

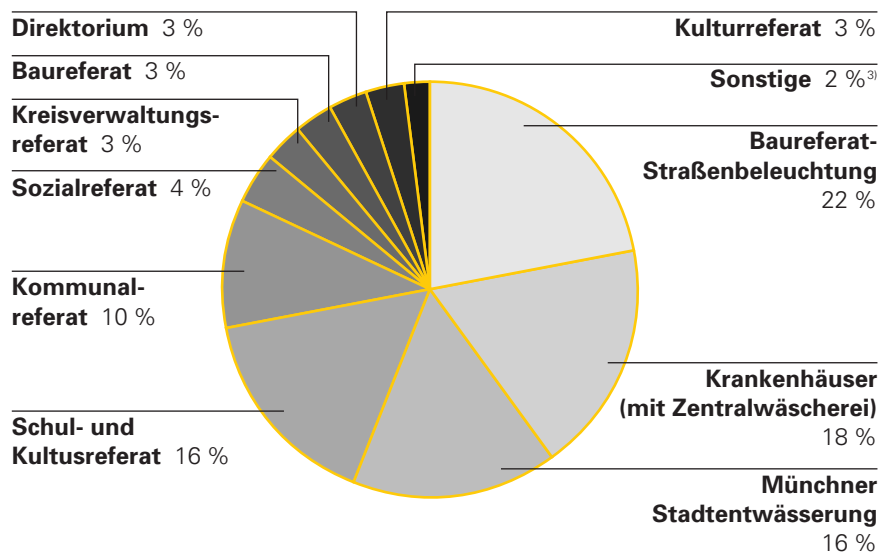
### 1.3 Anteile der Referate

Die Verteilung der Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche und der zugehörigen Kosten auf die einzelnen Referate sind dem Kapitel 6.1 (Verbräuche, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten für Strom, Wärme und Wasser 2001 und 2002) zu entnehmen. Zur besseren Anschaulichkeit sind die Ergebnisse auch in den Abb. 1.3.1 bis 1.3.3 grafisch dargestellt.

Im Stromsektor sind die größten Verbraucher der Sonderbereich Baureferat Straßenbeleuchtung mit 22 %, die Krankenhäuser mit 18 %, das Schul- und Kultusreferat und die Münchner Stadtentwässerung mit jeweils 16 %.

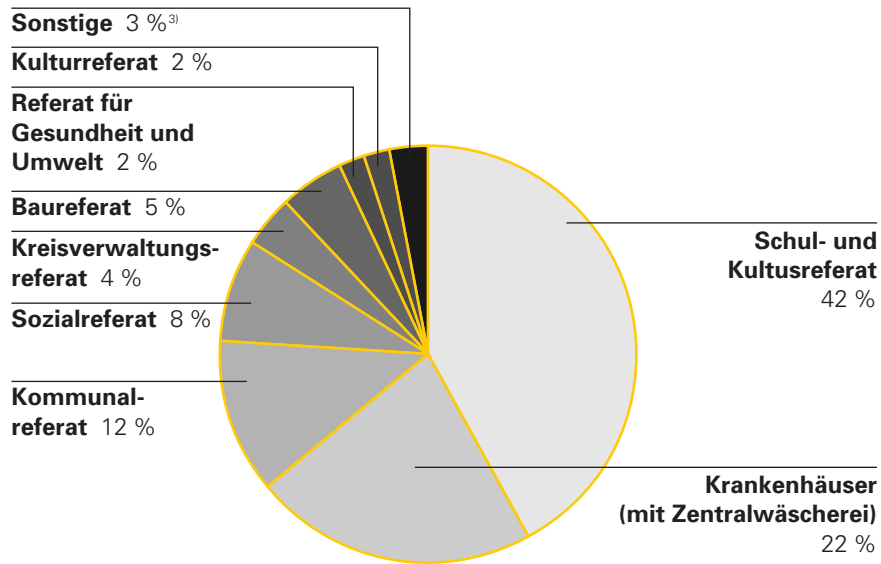
Im Wärmebereich fällt 42% auf das Schul- und Kultusreferat, gefolgt von den Krankenhäusern mit 22%.

Die Spitzen des Wasserverbrauchs finden sich mit 24 % beim Schul- und Kultusreferat. Die Krankenhäuser liegen mit 17 % an zweiter Stelle, das Baureferat mit 16 % an dritte Stelle.

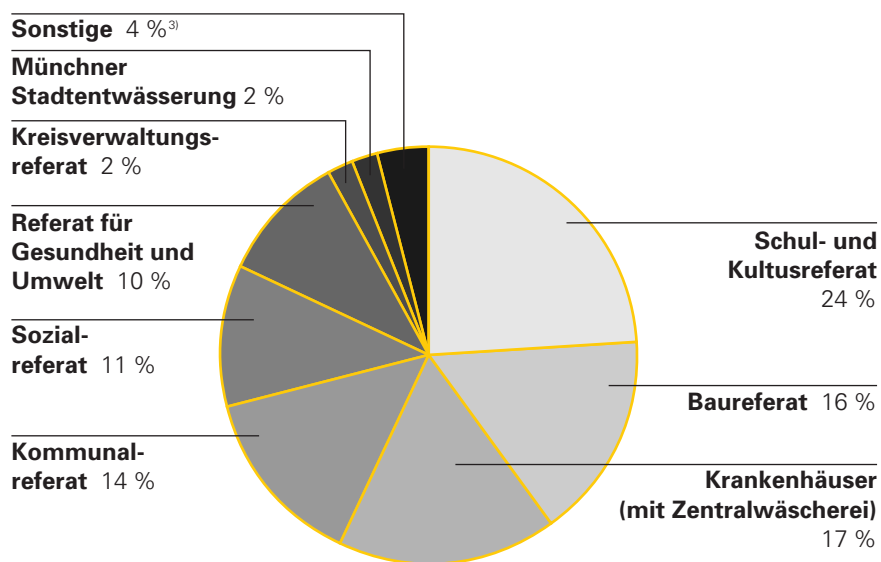


**Abb. 1.3.1** Prozentuale Aufteilung Stromverbrauch der einzelnen Referate im Jahr 2002

<sup>3)</sup> Summe der sonstigen Referate mit Verbräuchen jeweils kleiner 1,5 %, einzelne Verbrauchswerte siehe Kapitel 6.1

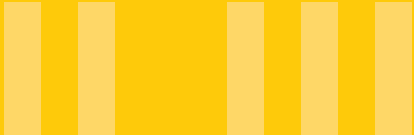


**Abb. 1.3.2** Prozentuale Aufteilung Wärmeverbrauch<sup>4)</sup> der einzelnen Referate im Jahr 2002

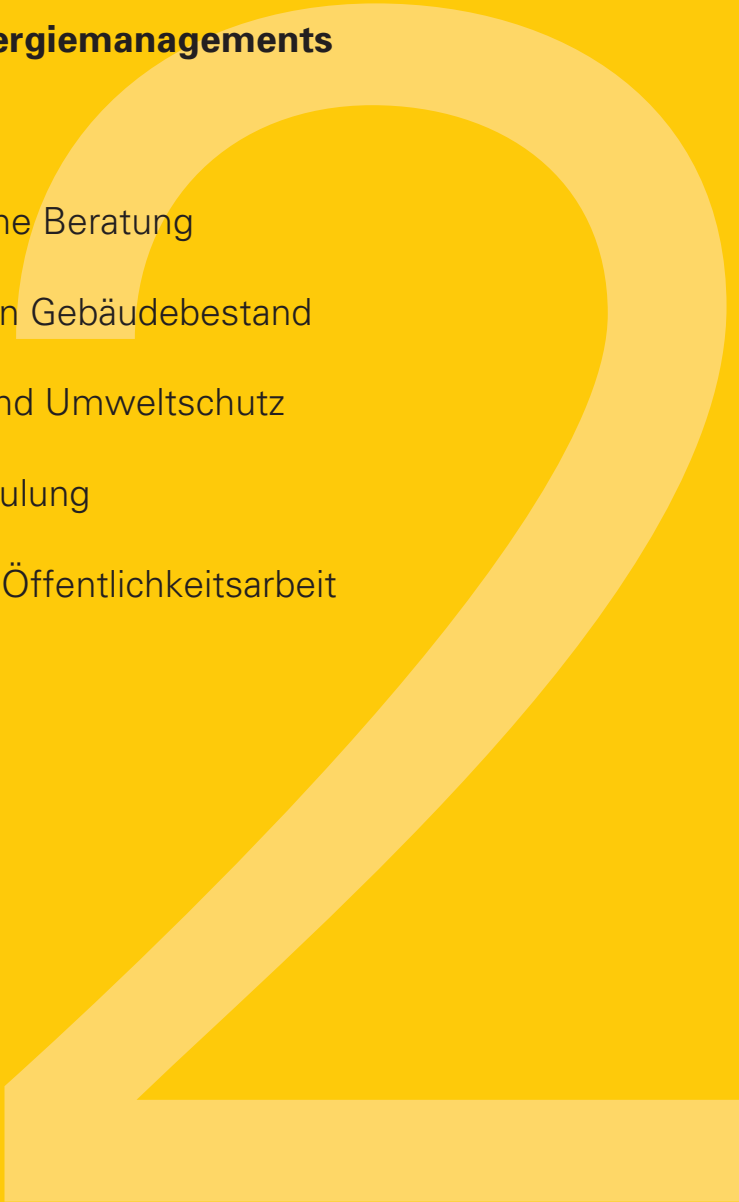


**Abb. 1.3.3** Prozentuale Aufteilung Wasserverbrauch der einzelnen Referate im Jahr 2002

<sup>4)</sup> Tatsächlicher Wärmeverbrauch (nicht flächen- und witterungsbereinigt)



## 2 **Aktivitäten des Energiemanagements**

- 2.1 Energiebeschaffung
  - 2.2 Energiewirtschaftliche Beratung
  - 2.3 Energiedienst für den Gebäudebestand
  - 2.4 Immissionsschutz und Umweltschutz
  - 2.5 Information und Schulung
  - 2.6 Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit
- 

## 2 Aktivitäten des Energiemanagements

Energieverbrauch, Energiekosten und Emissionen kontinuierlich minimieren und so der Entlastung des Haushaltes und dem Klimaschutz Rechnung tragen – das ist der vorherrschende Zielgedanke des Energiemanagements. Die Umsetzungsstrategien sind von sich ändernden, dynamischen Einflüssen abhängig. Immer unter »Konfrontation« mit dem zu erreichenden Sollzustand stellt das Energiemanagement eine nachhaltige Daueraufgabe dar.

Die Stadtverwaltung hat sich zu einem modernen Dienstleister gewandelt. Die Eigenverantwortlichkeit und Budgetierung der Referate wurde gestärkt. Zur Erreichung der CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele im Bereich der städt. Verbraucher ist es wichtig ein referatsübergreifendes Energiemanagement als Primärgeschäft zu betreiben.

### 2.1 Energiebeschaffung

Mit Novellierung des Energiewirtschaftsrechts am 29.04.1998 wurden die Voraussetzungen für die Liberalisierung des Energiemarktes in Deutschland geschaffen. Davon sind auch die bisherigen Rahmenbedingungen für den Vertragsabschluss zwischen Stadtwerke München GmbH (SWM) und LH München betroffen.

Im April 2002 wurde mit der SWM GmbH ein Rahmenvertrag über die Lieferung elektrischer Energie vereinbart. Rückwirkend für die Jahre 2000 und 2001 reduzierten sich die Stromkosten, trotz der gestiegenen Steuern, um ca. 1,8 Mio. €.

Sämtliche Fernwärme- und Gaslieferverträge wurden bezüglich der vertraglich vereinbarten Anschlusswerte überprüft. Es konnten 109 Verträge angepasst werden. Die jährliche Kosteneinsparung beträgt 150.000 €. Im Zusammenhang mit der kommunalen Verwaltungsreform und der einhergehenden Effizienzsteigerung im administrativen Bereich ist vom Baureferat geplant die Vielzahl von Wärme-Einzelverträgen in jeweils einem Rahmenvertrag zu bündeln.

40 Gaslieferverträge wurden bezüglich der Jahresabnahmemenge überprüft. 14 Verträge konnten auf eine günstigere Tarifgruppe umgestellt werden. Die Einsparung beträgt etwa 6.000 €.

Im Berichtszeitraum wurde auch in Deutschland der Gasmarkt formal liberalisiert. Ein Wettbewerb kommt selbst im Bereich von Großabnehmern nur sehr zögerlich in Gang, da die Verhandlungen zur Weiterentwicklung der Verbändevereinbarung 2003 gescheitert sind. Seitens der Bundesregierung wurde deshalb der Aufbau einer Regulierungsbehörde beschlossen, von der verbindliche Regelungen zur Herstellung einer Wettbewerbssituation erwartet werden.

Vor diesem Hintergrund wird das Baureferat die weitere Entwicklung beobachten, um die Möglichkeiten für einen günstigeren Gaseinkauf im Rahmen eines Bündelvertrags zu sondieren. Erste Sondierungsgespräche wurden mit der SWM GmbH geführt. Mit konkreten Verhandlungen wurde 2003 begonnen.

**Voraussetzungen für die  
Liberalisierung des Energiemarktes**

**Kostensenkung  
durch Vertragsoptimierung**

**Weitere Kosteneinsparpotenziale  
durch günstigeren Gaseinkauf**

Wegen einer Umstellung des Fernwärmenetzes der SWM GmbH von Dampf auf Heißwasser wurden bei 185 Lieferverträgen die relevanten Vertragspunkte im Hinblick auf die Allgemeinen Vertragsbedingungen für die Fernwärmeversorgung »AVBFernwärmeV« und die Technischen Anschlussbedingungen der SWM GmbH überprüft.

Daraufhin wurden seitens des Baureferats mit der SWM GmbH Verhandlungen aufgenommen. Als Ergebnis wurde eine anteilige Kostenbeteiligung an den Umrüstkosten der Wärmeübergabestationen durch die SWM GmbH erzielt.

Die Referate wurden im Zusammenhang mit der turnusmäßigen Überprüfung von Stadtwerks-Abrechnungen über die aktuelle Energiepreisentwicklung informiert. Darauf aufbauend wurden Prognosen zur Energiekostenentwicklung für noch nicht abgerechnete Zeiträume erstellt.

## 2.2 Energiewirtschaftliche Beratung

Die »Energiewirtschaftliche Beratung« für Neubaumaßnahmen und Maßnahmen am Gebäudebestand unterstützt das Ziel, den Energiebedarf der Gebäude zu reduzieren und diesen minimierten Energiebedarf umweltschonend und wirtschaftlich zu decken.

### 2.2.1 Energiewirtschaftliche Vorgaben

#### ■ **Neubau**

Bei allen Neubaumaßnahmen soll das Ziel »Niedrigenergiehaus« angestrebt werden. Der spezifische Heizwärmebedarf (HWB) bezogen auf den beheizten Bruttorauminhalt soll über das Anforderungsniveau der Wärmeschutzverordnung (WSVO) hinaus, unabhängig vom A/V-Verhältnis einen Grenzwert von 20 kWh/(m<sup>3</sup>a) nicht überschreiten und sich dem Ziel mit 15 kWh/(m<sup>3</sup>a) annähern.

#### ■ **Gebäudebestand**

Bei Generalinstandsetzungen und bei allen nennenswerten Baumaßnahmen am Bestand sind bauteilbezogen energetische Untersuchungen durchzuführen. Energieeinsparmaßnahmen, die sich unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten als kostensparend erweisen, haben hierbei Priorität.

#### ■ **Fortschreibung der energiewirtschaftlichen Vorgaben im Zeichen der Energieeinsparverordnung EnEV**

Um die, mit den bereits bestehenden Beschlüssen zum energiesparenden Bauen erreichte Qualität städtischer Neubauten, in Bezug auf das Anforderungsniveau der EnEV einschätzen und mögliche Einflussgrößen zur energiewirtschaftlichen Optimierung zukünftiger Planungen ableiten zu können, wurde im Januar 2002 ein wissenschaftliches Gutachten zur Bewertung bereits realisierter städtischer Neubauten in Auftrag gegeben.

Als Ergebnis der Standortuntersuchung lässt sich zusammenfassen, dass die untersuchten Gebäude bereits das Anforderungsniveau der EnEV unterschreiten.

Im Gebäudebestand werden, neben den bereits in der WSVO geforderten »bedingten« Vorgaben in Bezug auf die energetische Qualität von Bauteilen im Falle der Sanierung, auch Nachrüstverpflichtungen im Bereich der technischen Anlagen und der obersten Geschossdecken vorgegeben.

## 2.2.2 Energiewirtschaftliche Planungsbegleitung

Umsetzung der energiewirtschaftlichen Vorgaben

### ■ Neubau

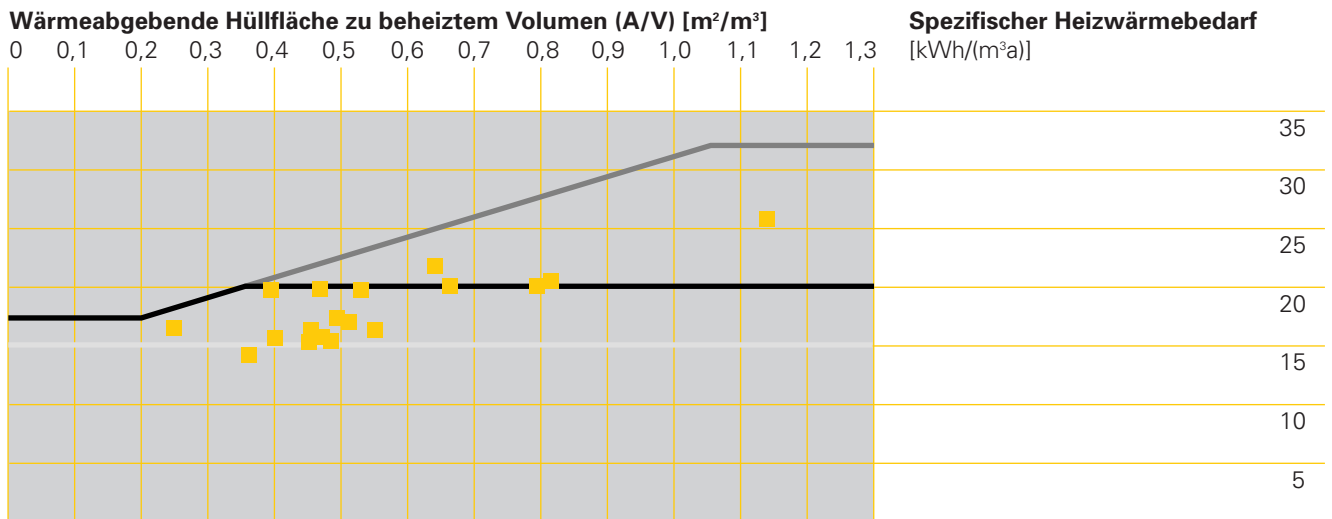
Die konsequente energiewirtschaftliche Planungsbegleitung aller Neubauprojekte in den Phasen Vorplanung und Entwurf, mit den Schwerpunkten kompakte Bauweise, sinnvolle Orientierung des Baukörpers zur passiven und aktiven Solarenergienutzung, sowie Optimierung von Fensterflächen und Dämmstoffstärken, ermöglichte es, das Niveau der WSVO deutlich zu unterschreiten.

Durch A/V-unabhängige Grenz- und Zielwerte wird eine kompaktere Bauweise unterstützt, da hierbei mit vergleichbarem Dämmstandard ein geringerer spezifischer Heizwärmebedarf zu erreichen ist.

Im Berichtszeitraum 2001/2002 konnten für alle 18 Neubauten energiewirtschaftliche Beratungen mit dem Projektstand Inbetriebnahme (IN) oder Ausführungsgenehmigung (AG) abgeschlossen werden (siehe Abb. 2.2.2.1).

Deutlich wird die erreichte energetische Qualität der städtischen Gebäude im Vergleich zum Anforderungsprofil der WSVO.

**Abb. 2.2.2.1** Energiewirtschaftliche Beratungen Neubau



■ Beratungen Neubau      ■ Grenzwert LH München  
 ■ Grenzwert WSVO 1995      ■ Zielwert LH München

Bei dem Einzelobjekt das mit einem spez. Heizwärmebedarf von 25,9 kWh/(m³a) den Grenzwert der LH-München deutlich überschreitet, handelt es sich um ein kleines Betriebsgebäude, dessen jährlicher Heizwärmebedarf nur ca. 1 % des Heizwärmebedarfs aller dargestellten Objekte umfasst. Bei dem funktional bedingten hohen A/V-Verhältnis von 1,14 m²/m³ wäre eine über den städtischen Standard hinaus verbesserte Wärmedämmung aus wirtschaftlichen Gründen nicht zielführend.

Durch die Umsetzung der energiewirtschaftlichen Beratungen wurde der Heizwärmebedarf (HWB) gegenüber dem Anforderungsniveau nach WSVO um 314 MWh/a oder umgerechnet 17 % reduziert. Dies entspricht einem Einsparpotenzial an Energiekosten von 17.000 €/a. Die Umwelt wird dabei jährlich um 62 t CO<sub>2</sub> weniger belastet.

Vorgaben der WSVO um durchschnittlich 17 % unterschritten

**Abb. 2.2.2.2** Projektdokumentation  
Neubau

Die Abb. 2.2.2.2. und 2.2.2.3 zeigen objektspezifisch den zulässigen spezifischen HWB gemäß WSVO sowie die erreichten Unterschreitungen nach der energiewirtschaftlichen Beratung.

<b>Projekt Straße</b>	<b>Abkürz.</b>	<b>BRI</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>A/V</b> [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	<b>zul. spez. HWB WSVO</b> [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	<b>erreichter spez. HWB</b> [kWh/(m <sup>3</sup> a)]	<b>Unter- schreitung WSVO</b> [%]	<b>CO<sub>2</sub> Minde- rung</b> [t/a]
Krankenhaus Oskar-Maria-Graf-Ring 51	KKHS	9.480	0,25	18,08	16,50	9	2,9
Bauzentrum Riem Willi-Brandt-Allee 10	Bauzentr.	12.373	0,36	20,06	14,25	29	11,6
Stadtteil-Kulturzentrum Keferloherstraße	Freizeit 1	7.882	0,39	20,60	19,78	4	1,3
Erweiterung Schule Stielerstraße 6	Schule 1	1.914	0,40	20,74	15,73	24	1,9
Kindertagesstätte Max-Lebsche-Platz	KiTa 1	6.253	0,46	21,70	16,38	25	6,4
Betriebsgebäude Sportanlage Drudhardstraße	Betr. Geb.	3.983	0,46	21,70	15,62	28	4,8
Dachausbau Schule Dom-Pedro-Platz 2	Schule 2	2.461	0,46	21,80	16,00	27	2,8
Grundschule mit Tagesheim Ganghoferstraße	Schule 3	21.821	0,47	21,94	19,70	10	9,7
Kindertagesstätte Felizitas-Füss-Straße	KiTa 2	2.994	0,47	22,02	15,70	29	3,8
Kindertagesstätte Bavariastraße	KiTa 3	2.660	0,50	22,42	17,42	22	2,7
Erweiterung Grund- und Förderschule Paulckestraße 10	Schule 4	481	0,51	22,71	17,17	24	0,5
Kindertagesstätte und HM-Wohnung Ganghoferstraße	Schule 5	5.236	0,53	22,99	19,70	14	3,4
Kindertagesstätte Panzerwiese	KiTa 4	2.258	0,55	23,35	16,23	31	3,2
Kulturelles Zentrum Hans-Seidel-Platz	Verw.	2.611	0,64	24,90	21,90	12	1,5
Kindertagesstätte Neusser Straße	KiTa 5	2.028	0,66	25,31	20,20	20	2,0
Kindertagesstätte Pavillon Raublinger Straße	KiTa 6	887	0,79	27,59	20,22	27	1,3
Freizeitzentrum Lincolnstraße 62	Freizeit 2	743	0,81	27,90	20,60	26	1,0
Gartenbaustützpunkt Hammerschmiedstraße 34	Betr. Hof	575	1,14	32,00	25,92	19	0,9



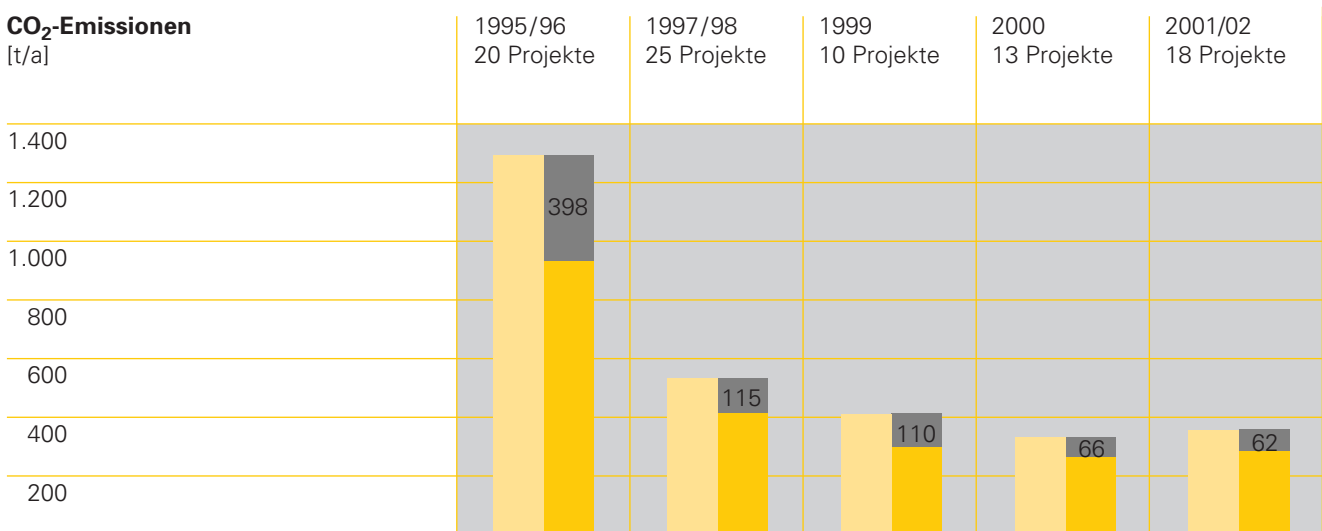
**Abb. 2.2.2.4** Einsparungen durch die energiewirtschaftliche Beratung/Neubau gegenüber der WSVO 1995

Neben den aktuell durchgeführten Maßnahmen im Berichtszeitraum 2001/2002 werden in den Abb. 2.2.2.4 und 2.2.2.5 auch die parallel wirkenden Maßnahmen der vorausgegangenen Berichtszeiträume dargestellt.

Berichtszeiträume	Objekte	Einsparungen HWB	Einsparung an Wärmekosten	Reduktion CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>5)</sup>	CO <sub>2</sub> -Zuwachs <sup>5)</sup> durch Neubauten
		[MWh/a]	[€/a]	[t/a]	[t/a]
1995/96	20	2.020	82.800	398	906
1997/98	25	587	22.500	115	407
1999	10	552	24.000	110	293
2000	13	335	16.300	66	261
2001/02	18	314	17.400	62	298
<b>Summe</b>	<b>86</b>	<b>3.808</b>	<b>163.000</b>	<b>751</b>	<b>2.165</b>
<b>kumuliert</b>	<b>-/-</b>	<b>15.088 [MWh]</b>	<b>626.000 [€]</b>	<b>2.974 [t]</b>	<b>7.857 [t]</b>

### CO<sub>2</sub>-Minderung der Vorjahre voll wirksam

In Abb. 2.2.2.5 wird der Zuwachs an CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne energiewirtschaftliche Beratungen dem tatsächlich zu erwartenden Zuwachs nach den Beratungen gegenübergestellt. Die Höhe der Einsparungen ist dabei im Wesentlichen vom Gebäudetyp, einer kompakten Bauweise und der Kubatur abhängig.



**Abb. 2.2.2.5** Neubau – Energiebilanzverfahren: CO<sub>2</sub>-Einsparung und tatsächliche Mehrbelastung

■ CO<sub>2</sub>-Emission vor Beratung  
 ■ CO<sub>2</sub>-Emission nach Beratung = tatsächliche Mehrbelastung der Umwelt  
 ■ CO<sub>2</sub>-Einsparung

<sup>5)</sup> Berechnet mit dem spezifischen Emissionsfaktor Gas/Fernwärme

■ **Gebäudebestand**

Im Berichtszeitraum wurden für 44 Projekte energiewirtschaftliche Beratungen in Bezug auf energetisch sanierungsbedürftige Bauteile durchgeführt. Hierbei wurden in Abhängigkeit vom Ausgangszustand der Bauteile sowohl die, gemäß EnEV mindestens erforderlichen, als auch darüber hinaus energetisch optimierte Dämmstärken ermittelt.

Bei 16 Sanierungen konnten die bauteilbezogenen Beratungen, nach Ermittlung der wirtschaftlichen Dämmstärken und Amortisationszeiten, in konkrete Sanierungsmaßnahmen umgesetzt und mit dem Projektstand Inbetriebnahme (IN) oder Ausführungsgenehmigung (AG) abgeschlossen werden.

Die fertig gestellten oder sich in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen weisen dabei Einsparungen von rd. 1.000 MWh pro Jahr auf. Der entsprechenden Energiekosteneinsparung von ca. 47.000 €/a stehen Investitionskosten von insgesamt 444.000 € gegenüber.

Die Umwelt wird nach Umsetzung der Energiesparmaßnahmen um jährlich 206 t CO<sub>2</sub> entlastet.

Aufgeschlüsselt nach Objekten verdeutlicht Abb. 2.2.2.6 die Verbrauchs-, Kosten- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen, die sich auf Grund der energiewirtschaftlichen Beratungen ergeben. Die Höhe der Einsparungen ist dabei abhängig vom jeweiligen Ausgangszustand der Bauteile (U-Werte), den zu sanierenden Gesamtflächen und den Energiepreisen im Bezugsjahr.

**Energieeinsparpotenziale im  
Gebäudebestand**



Straße	Einsparung Heizwärme [MWh/a]	Einsparung Heizkosten [€/a]	Reduktion CO <sub>2</sub> -Emissi- onen [t/a]	Projektdate
				Projekt
Turnerstraße 46	110	4.722	21,9	Grundschule'
Am Kirchweg 5	39	1.674	7,8	Frauenhaus
Mathunistraße 6	12	509	2,4	Kinderkrippe
Zenettistraße 2	43	2.421	8,2	Verwaltungsgebäude
Achatzwies	99	3.856	26,4	Schullandheim
Droste-Hülshoff-Straße	103	4.427	20,5	Realschule
Moosacher St. Martins Platz 2	40	1.706	7,9	Pelkoven Schlößchen
Ridlerstraße 26	71	3.068	14,2	Realschule
Ebenböckstraße 1	15	642	3,0	TH Elsa-Brändström-Gymnasium
Peslmüllerstraße 6	76	3.278	15,2	Berthold-Brecht-Gymnasium
Gerastraße 4	35	1.515	7,0	Schulzentrum
Karl-Theodor-Straße 92	125	7.098	24,0	Sophie-Scholl-Gymnasium
Balanstraße 153	74	4.169	14,1	Grund- und Hauptschule 2. BA
Klenzestraße 27	60	3.380	11,5	Grundschule
Georg-Zech-Allee	92	3.965	18,4	Mehrzweckhalle
Waxensteinstraße 57	19	807	3,7	Kindergarten
<b>Summe</b>	<b>1.013</b>	<b>47.238</b>	<b>206,2</b>	

**Abb. 2.2.2.6** Projektdokumentation Bestand

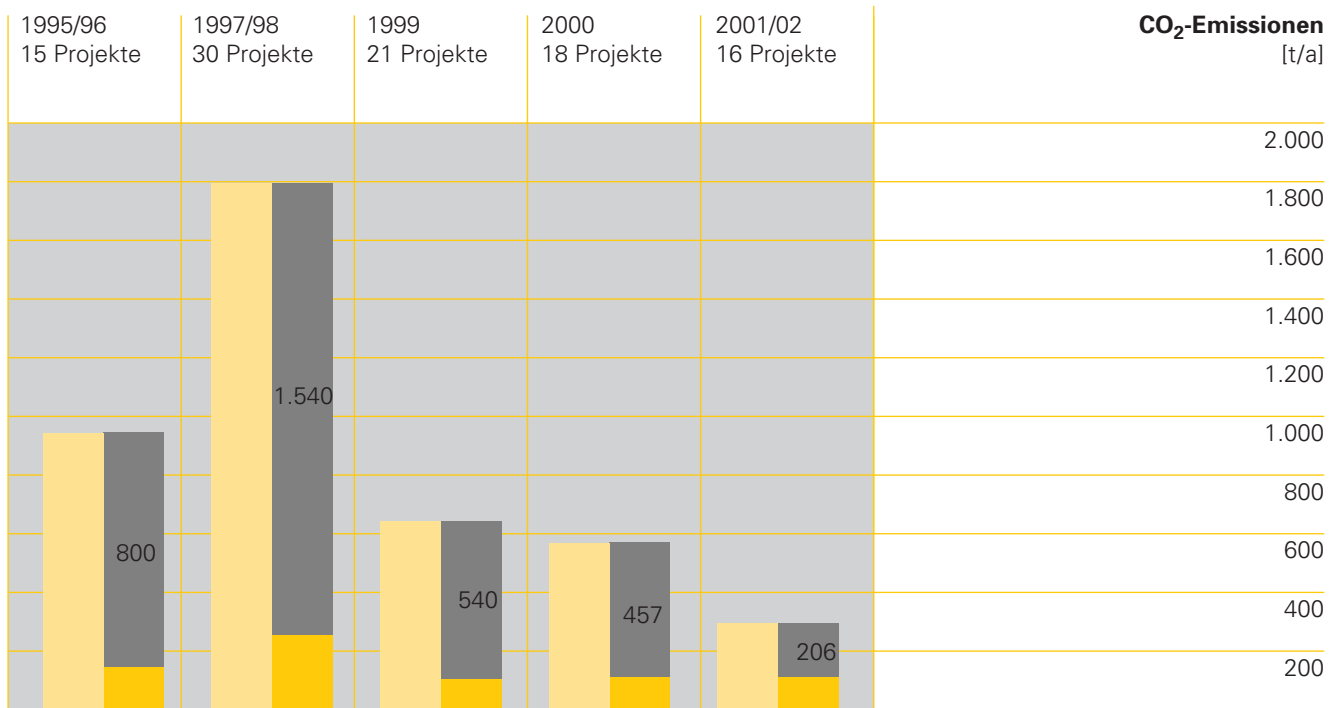
In der Abb. 2.2.2.7 werden die Ergebnisse der energiewirtschaftlichen Beratung im Gebäudebestand für die Berichtszeiträume 1995–2002 zusammengefasst.

Berichtszeiträume	abgeschl. Objekte	Einsparung HWB	Einsparung Energiekosten	Investitions- kosten	Reduktion CO <sub>2</sub> -Emis- sionen
		[MWh/a]	[€/a]	[Mio. €]	[t/a]
1995/96	15	4.140	184.000	3,17	800
1997/98	30	7.765	256.000	4,45	1.540
1999	21	2.733	127.000	0,66	539
2000	18	2.348	133.000	0,82	458
2001/02	16	1.013	47.000	0,44	206
<b>Summen</b>	<b>100</b>	<b>17.999</b>	<b>747.000</b>	<b>9,54</b>	<b>3.543</b>
<b>kumuliert</b>	<b>-/-</b>	<b>65.668 [MWh]</b>	<b>2.638.000 [€]</b>	<b>-/-</b>	<b>12.899 [t]</b>

**Abb. 2.2.2.7** Energiewirtschaftliche Beratung im Gebäudebestand 1995 bis 2002

Das folgende Diagramm verdeutlicht die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1995–2002 im Bereich Gebäudebestand durch energetisch optimierte Bauteile (z.B. oberste Geschossdecken, Bodenplatten; Heizkörpernischen; Außenwände; Fenstererneuerungen):

**CO<sub>2</sub>-Reduktion der Vorjahre voll wirksam**

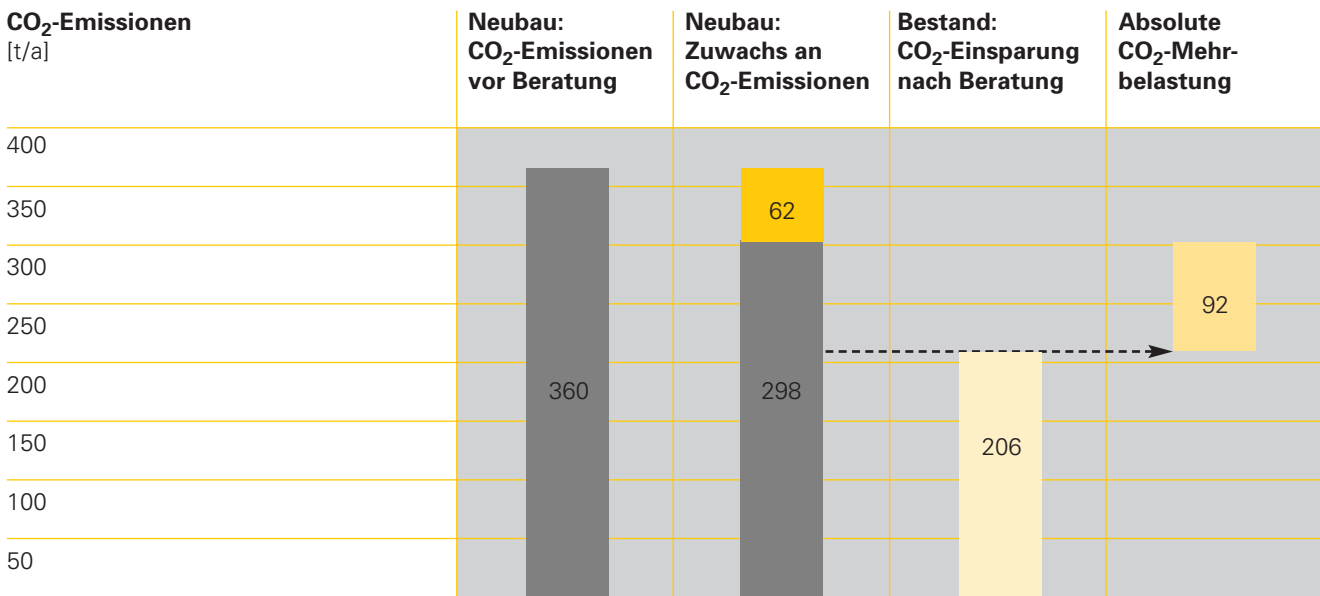



- Bauteile alt: CO<sub>2</sub>-Emissionen vor Beratung
- Bauteile neu: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Beratung
- CO<sub>2</sub>-Einsparung

**Abb. 2.2.2.8** Bestand – Bauteil-spezifische Beratung: CO<sub>2</sub>-Einsparung

■ **Absolute CO<sub>2</sub>-Reduktion durch energiewirtschaftliche Beratungen im Neubau und Gebäudebestand**

In nachfolgender Abbildung werden die Einsparungen im Neubau und im Gebäudebestand dargestellt.



**Abb. 2.2.2.9** Absolute CO<sub>2</sub>-Reduktion durch energiewirtschaftliche Beratungen 2001/2002

■ Neubau: CO<sub>2</sub>-Reduktion durch einen gegenüber WSVO reduzierten HWB

■ **Als Resümee bleibt festzustellen:**

Jeder Neubau belastet die Umwelt zusätzlich, auch wenn er noch so energiesparend gebaut wird. Eine echte Umweltentlastung und damit CO<sub>2</sub>-Reduzierung ist nur durch die Sanierung der Bausubstanz zu erreichen.

Auf den Berichtszeitraum bezogen, kann die zusätzliche CO<sub>2</sub>-Belastung durch Neubauten, nicht durch die Einsparungen im Bestand kompensiert werden. Die tatsächliche CO<sub>2</sub>-Mehrbelastung beträgt 2001/2002 ca. 92 t pro Jahr.

## 2.2.3 Einsatz neuer energie- und wassersparender Technologien

### 2.2.3.1 Fortsetzung Wassersparkonzept bei städt. Brunnen

Wie viele Brunnen stehen auf dem Viktualienmarkt? – Stattliche acht Exemplare, die überwiegend bayerische Künstler darstellen. Neben den berühmten »Karl Valentin-« und »Liesl Karlstadt-Brunnen« sind auch die anderen Brunnen echte Münchner Sehenswürdigkeiten. Die beliebten Erfrischungsoasen sind außerdem reine Trinkwasserbrunnen. Auf Initiative des Baureferates wurden im Herbst 2001 die Brunnen mit zeitgesteuerten Bewässerungsautomaten ausgerüstet, um einen sparsamen Umgang mit dem Lebensmittel Trinkwasser zu gewährleisten.



**Abb. 2.2.3.1.1** Brunnen am Münchner Viktualienmarkt

1. Kartoffel-Brunnen
2. Karl Valentin-Brunnen
3. Liesl Karlstadt-Brunnen
4. Roider Jackl-Brunnen
5. Ida Schumacher-Brunnen
6. Elise Aulinger-Brunnen
7. Weiß Ferdl-Brunnen
8. Honig-Brunnen

Die einzelnen »Standbesitzer« nutzen diese Frischwasser-Dauerläufer-Brunnen bereits schon ab 5.00 Uhr. Die Brunnen laufen so lange wie mit Besuchern am Viktualienmarkt gerechnet wird, d.h. bis abends 23.00 Uhr. Mit der technischen Nachrüstung wurden für die Brunnen, ohne Nutzungseinschränkungen, täglich 6 Stunden kürzere Laufzeiten erreicht. Durch den geringen Kostenaufwand von ca. 2.000 € für den Einbau der Bewässerungsautomaten, werden jetzt erhebliche Wassermengen eingespart (rund 4.000 m<sup>3</sup> Einsparung gegenüber dem Jahr 2001). Die jährliche Einsparung beträgt damit ca. 11.000 €.

**Sparsamer Umgang mit der Resource Wasser**



**Hocheffizienzpumpen  
reduzieren  
Stromverbrauch**

### 2.2.3.2 Hocheffizienzpumpen für Heizungs- und Solaranlagen

Umwälzpumpen in Heizungsanlagen sind langlebige Produkte. Die Wirtschaftlichkeit einer Pumpe wird daher weniger von den Anschaffungskosten als vielmehr von dem Stromverbrauch über die Produktlebensdauer bestimmt. Dennoch haben die Kosten der Elektronik die Markteinführung hoch effizienter, elektronisch geregelter Pumpen bisher erschwert. Mit der Verfügbarkeit von Kompaktumrichtern und den Fortschritten auf dem Gebiet der Leistungs- und Mikroelektronik hat sich die Situation deutlich verbessert. Die Mehrkosten für Hocheffizienzpumpen gegenüber geregelten Pumpen mit Asynchronmotoren betragen je nach Pumpenleistung etwa 15 %.

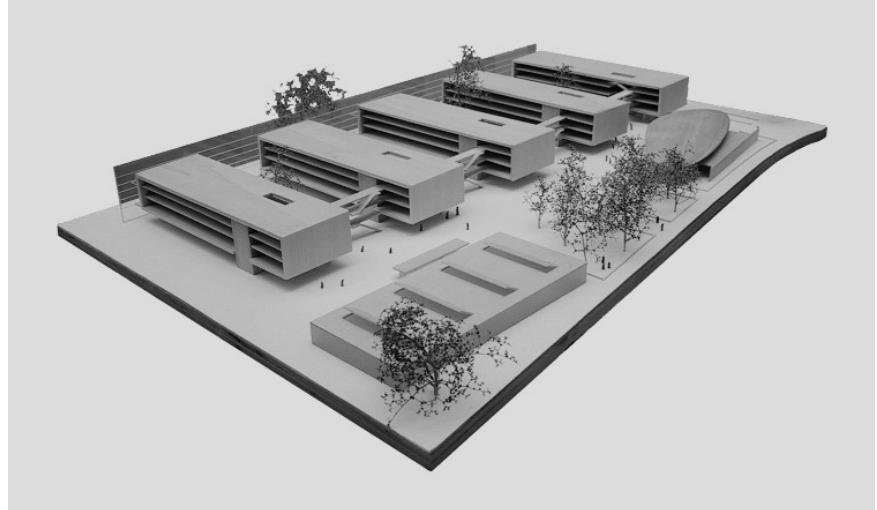
Bundesweit wurden in Feldversuchen Hocheffizienzpumpen für Heizungs- und Solaranlagen getestet. Das Ergebnis der Versuche bestätigte deutliche Energieeinsparungen: Die elektronisch geregelten Pumpen verbrauchen demnach je nach Ausgangssituation bis zu 40 % weniger Energie als moderne Standardpumpen mit Asynchronmotoren und bis zu 70 % weniger als unregelte Umwälzpumpen.

**Innovative Technik einsetzen**

Genug Anlass, die Hocheffizienzpumpen in einem Pilotprojekt auf Gesamtwirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Betriebs- und Langzeitverhalten zu untersuchen.



**Abb. 2.2.4.1.2** BBZ Riesstraße  
1. Preis – AB Bauer, Kurz, Stockburger  
München



**Schul- und Baureferat vermeiden  
Anlagentechnik durch Simulationen**

2.2.4.2 **Natürliche Belüftung von Hallenbauten –  
Durchführung von Simulationsrechnungen**

Als Beitrag zur Standardreduzierung wurde bereits in den 90er-Jahren in Abstimmung mit dem Schulreferat ein Verfahren zum Nachweis einer ausreichenden natürlichen Belüftung von Hallenbauten entwickelt.

In Hallenbauten, die zu Versammlungen mit mehr als 200 Personen genutzt werden, ist nach der geltenden Versammlungsstättenverordnung eine mechanische Lüftungsanlage einzubauen. Kriterium ist dabei eine ausreichend gute Luftqualität.

Unter Beachtung des Lärmschutzes für die Anwohner, ist es unter bestimmten Umständen möglich, auf eine mechanische Be- und Entlüftung zu verzichten. Dies gilt insbesondere für Turnhallen, die erfahrungsgemäß nur gelegentlich als Versammlungsstätten, z.B. für Schulfeiern und Theateraufführungen genutzt werden.

Auf Initiative des Baureferates wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Winter vom Lehrstuhl für Thermodynamik der Technischen Universität München, ein Computerprogramm entwickelt, das auch bei natürlicher Belüftung den Nachweis einer ausreichenden Luftqualität erbringt und damit eine mechanische Lüftungsanlage überflüssig macht. Die zuständige Genehmigungsbehörde hat diesem Nachweisverfahren zugestimmt, sodass in besonderen Fällen mechanische Lüftungsanlagen nicht mehr erforderlich sind. Dies spart nicht nur Investitionen, sondern auch Betriebskosten.

Bis dato konnten infolge der Simulationsrechnungen Investitionskosten für Lüftungsanlagen in Höhe von ca. 580.000 € eingespart und Betriebskosten in Höhe von ca. 11.800 €/Jahr vermieden werden.

## 2.3 **Energiedienst für den Gebäudebestand**

### 2.3.1 **Verbrauchsvorgaben**

Sowohl zum internen als auch zum externen Benchmarking städtischer Liegenschaften werden flächenbezogene Verbrauchskennzahlen ermittelt und daraus für jede Gebäudeart ein Mittelwert (Modalwert) berechnet. Verbrauchssollwerte werden auf Basis des internen Benchmarking vom Energiemanagement fortgeschrieben und mit externen Quellen verglichen. Eine Auflistung der Mittel- und Zielwerte je Gebäudeart ist im Kapitel 6.3 enthalten.

Zur kontinuierlichen Betriebsoptimierung werden die Verbrauchskennwerte jährlich mit den Modal- und unteren Quartilsmittelwerten (Definition siehe Kap. 6.3) verglichen. Die Abweichungen werden dokumentiert (siehe Kap. 2.3.2 Verbrauchskontrolle/-statistik).

Liegen die Verbrauchskennzahlen einer Liegenschaft höher als die für diese Gebäudeart festgelegten unteren Quartilsmittelwerte, werden Schwachstellenanalysen durchgeführt. Einsparpotenziale können damit vom technischen Betrieb vor Ort ausfindig gemacht werden. Die betriebliche, anlagentechnische oder bauliche Optimierung bzw. Mängelbeseitigung erfolgt von den jeweils zuständigen Sachgebieten.

Alle im Jahr 2002 im Betrieb befindlichen 1572 städtischen Kessel unterliegen der Prüfpflicht des Abgasverlust-Grenzwertes gemäß der 1. Bundesimmissionschutzverordnung. Der durchschnittliche Abgasverlust der Heizkessel betrug 7,9 % und lag um 20 % unter dem gesetzlich vorgeschriebenen durchschnittlichen Grenzwert von 9,9 %. Die Unterschreitung der vorgeschriebenen Abgasverluste ergab eine jährliche rechnerische CO<sub>2</sub>-Einsparung von 965 t.

Mit In-Kraft-Treten der EnEV 2002 sind Heizkessel mit einer Nennwärmeleistung zwischen 4 bis 400 kW und einem Baujahr vor 1978 durch effizientere zu ersetzen. Anhand der Schornsteinfegerbescheinigungen wurden die auszutauschenden Heizkessel ermittelt. Diese werden im Rahmen des Heizungssanierungsprogramms ersetzt .

#### **Energetisches Benchmarking**

#### **Einhaltung der 1. BImSchV, EnEV 2002 Verordnung für Heizkessel**

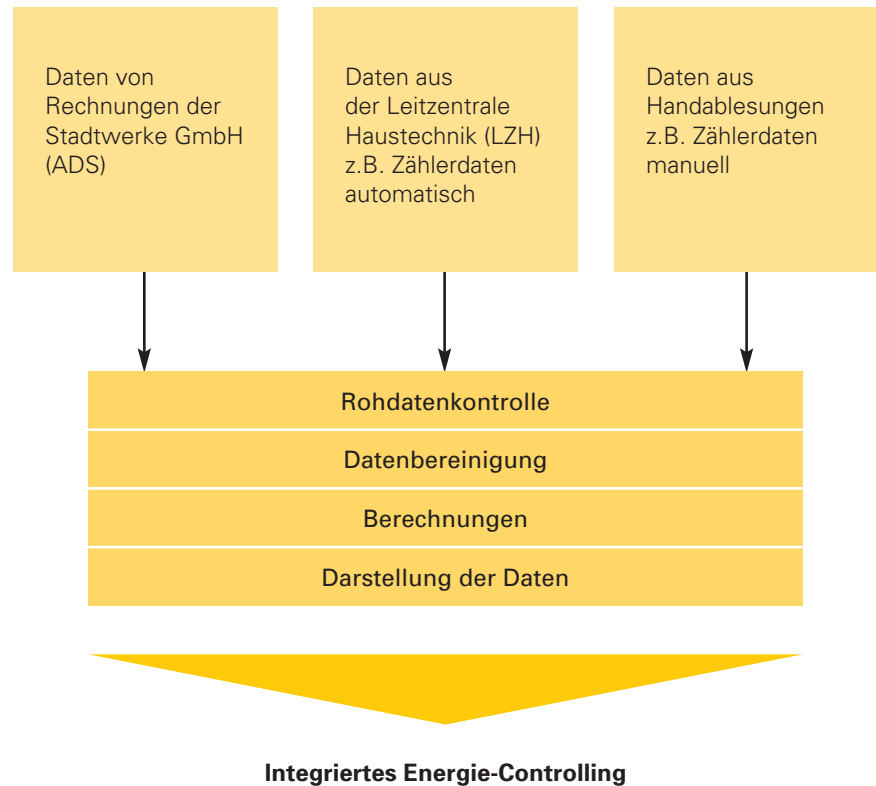
### 2.3.2 Verbrauchskontrolle/-statistik

Die Qualität der automatischen Datenübermittlung von Strom-, Wärme- und Wasserrechnungen (ADS) wurde gemeinsam mit der SWM GmbH verbessert und das automatische Controlling der Rohdaten weiterentwickelt. Um vergleichbare Verbrauchszeiträume (z. B. ein Kalenderjahr) zu erhalten, wurden spezielle Algorithmen programmiert:

Dazu werden Verbräuche aus den unterschiedlichen Abrechnungszeiträumen der jeweiligen Rechnungen entnommen, aufsummiert und gewichtet auf normierte Verbrauchszeiträume umgerechnet. Dadurch können Verbräuche für die jeweiligen Gebäudearten (siehe Kapitel 6.3) verglichen werden. Durch diese Automatisierung werden Auswertezyklen verkürzt und somit Personalaufwand reduziert.

Künftig werden für ein integriertes Energiecontrolling weitere Datenquellen herangezogen. Die einzelnen Schritte der Datenaufbereitung sind in Abbildung 2.3.2.1 dargestellt. Mit der Aufstellung eines Anforderungsprofils für ein Energieauswertesystem (EAS) wurde unter Einbeziehung von SAP fortgefahren.

**Abb. 2.3.2.1** Funktionsschema der Datenaufbereitung



### 2.3.3 Messungen

Zur elektronischen Übertragung der Zählerstände von Strom-, Wärme- und Wasserzählern auf die Leitzentrale Haustechnik (LZH) oder auf dezentrale Erfassungsgeräte (Datenlogger) sind die Zähler mit Fernübertragungseinrichtungen auszurüsten.

#### ■ Zählerausstattung

Bei Neubauten werden grundsätzlich Strom-, Wärme- und Wasserzähler mit Impulsausgängen eingesetzt. Im Gebäudebestand erfolgt die Nachrüstung im Rahmen des Eichaustausches. Insbesondere wurden in größeren Liegenschaften mit hohem Gesamtverbrauch (z.B. Neues Rathaus, Kommunal- und Kreisverwaltungsreferat) alle Primärzähler mit Impulsausgängen nachgerüstet und an die LZH (Leitzentrale Haustechnik) angeschlossen. Bei Bedarf werden auch Teilgebäude (z.B. Turnhallen oder Kindergärten) mit Zählern nachgerüstet.

Thermische Solaranlagen werden zur Erfassung des Solarertrags mit auslesbaren Wärmemengenzählern ausgestattet.

Bisher wurden

- Fernwärmezähler in 134,
- Erdgaszähler in 131,
- Wasserzähler in 152 und
- Stromzähler in 83

Gebäuden mit Impulsausgängen eingebaut.

#### ■ Verbrauchserfassung

Gerade im Wärme- und Strombereich bestimmen Lastspitzen und Höhe der Grundlast maßgeblich die Energiekosten. Um die Betriebsabläufe zu optimieren, werden die vom Energiemanagement ausgewerteten Messungen den Gebäudenutzern und dem Betriebspersonal zur Verfügung gestellt. Das Energiemanagement passt ggf. die vertragliche vereinbarte Leistung dem tatsächlichen Bedarf an (siehe Kap. 2.1).

**Zähler mit Fernübertragungseinrichtung**



**Einsatz im Neubau und Gebäudebestand**



**Elektrische Lastspitzen frühzeitig erkennen, Kunden beraten**



## Förderungen in Anspruch genommen



**Abb. 2.3.4.1** Das Maximiliansgymnasium ist eines von 1.000 Gebäuden, die untersucht wurden

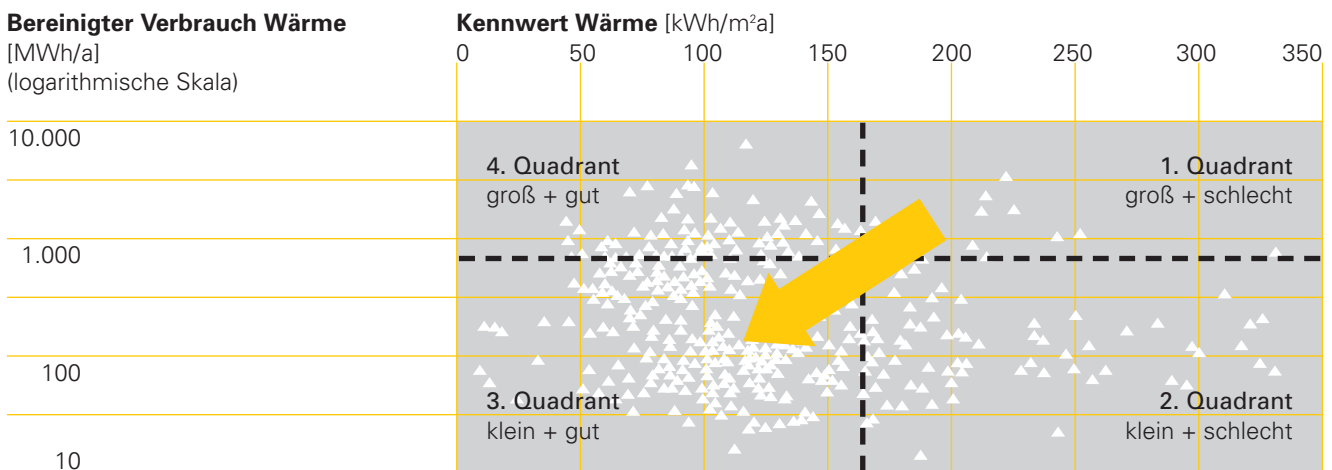
## Energetisches Benchmarking

### 2.3.4 Energetische Untersuchungen Energiesparkonzept für 1.000 städtische Gebäude »Ein Fitnessprogramm für Liegenschaften der Stadt«

Sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Gründe waren für die Landeshauptstadt München und das Baureferat Anlass mit einem in dieser Größenordnung bislang einmaligen Projekt 1.000 städtische Gebäude durch Energie-Experten systematisch nach Einsparpotenzialen untersuchen zu lassen. Das Projekt wurde im Rahmen des Förderschwerpunktes »Kommunale Energieeinsparkonzepte« aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie gefördert.

#### Die verschiedenen Projektphasen

Das gesamte Projekt wurde in drei Bearbeitungsphasen untergliedert. Im Rahmen der **ersten Phase**, dem »Energetischen Benchmarking« wird der gesamte Gebäudepool vom Schreibtisch aus bewertet. Es zeigte sich, dass die ermittelten Kennwerte für Wärme bei der Mehrheit der Gebäude unterhalb bundesweiter Durchschnittswerte liegen. Dies spiegelt den Erfolg der bisherigen Anstrengungen um einen rationellen Energieeinsatz wider. Der Vergleich der objektspezifischen Wärmeverbräuche ist in Abb. 2.3.4.2 grafisch dargestellt.



**Abb. 2.3.4.2** Bereinigter Wärmeverbrauch [MWh/a] in Abhängigkeit vom Kennwert Wärme [kWh/m²a] für alle untersuchten Liegenschaften

Mit höchster Priorität wurden diejenigen Liegenschaften weiter untersucht, die im 1. Quadranten »groß und schlecht« dargestellt sind. Bei diesen Liegenschaften ist aufgrund des hohen spezifischen Kennwertes bei gleichzeitig hohem Wärmeverbrauch ein großes Einsparpotenzial erschließbar.

In der **zweiten Phase** wurden Begehungen durchgeführt und rund 3.000 Einsparmaßnahmen für Wärme, Strom, Wasser/Abwasser identifiziert. Der Untersuchungsschwerpunkt wurde auf Einsparmaßnahmen mit Amortisationszeiten unter zehn Jahren gelegt. Die Maßnahmenvorschläge wurden aufgelistet, mit Umsetzungsprioritäten versehen, beschrieben und fotografisch dokumentiert. Ein Beispiel einer Maßnahmenauflistung ist in Abb. 2.3.4.3 dargestellt.

Hervorzuheben ist, dass sich die begangenen Liegenschaften hinsichtlich ihrer baulichen und anlagentechnischen Substanz überwiegend in gutem Zustand befanden.

**Mit Vor-Ort-Begehungen  
 Energiesparpotenziale identifizieren**

	<b>Priorität</b>	Amort. = 0 (ohne Investitionskosten)	Amort. < 5 Jahre	Amort. 5–10 Jahre
Dämmung Flachdach	3			■
Dämmung Bodenplatte gegen Außenluft	3			■
Änderung Heizzeiten	1	■		
Pumpenbetrieb mit reduzierter Leistung	1	■		
Einsatz einer Kesselfolgeschaltung	2		■	
Einsatz Optimierungsregelung	2		■	
RLT-Betrieb auf niedrigerer Stufe	1	■		
Einsatz Frequenzumformer RLT	2		■	
Änderung Mischluftverhältnis	1	■		
Reduzierung Zirkulationszeit	1	■		
Einsatz Maximumüberwachung	3			■
Einsatz Helligkeitssensoren	3			■
Einsatz Energiesparlampen	3			■
Nachrüsten Thermostatventile	2		■	
Einsatz Einzelraumregelung	2		■	
<b>Sanierungsmaßnahmen (Amort. &gt; 10 Jahre):</b>				
Erneuerung Fenster				
Erneuerung Kesselanlage				

**Abb. 2.3.4.3** Energieeinsparmaßnahmen mit Prioritätenbildung

In der **dritten Phase** wurden Wirtschaftlichkeitsanalysen für über 3.000 Einsparmaßnahmen erstellt. In Abb. 2.3.4.4 ist beispielhaft eine Einzelanalyse inkl. Reduktion von Schadstoffemissionen abgebildet.

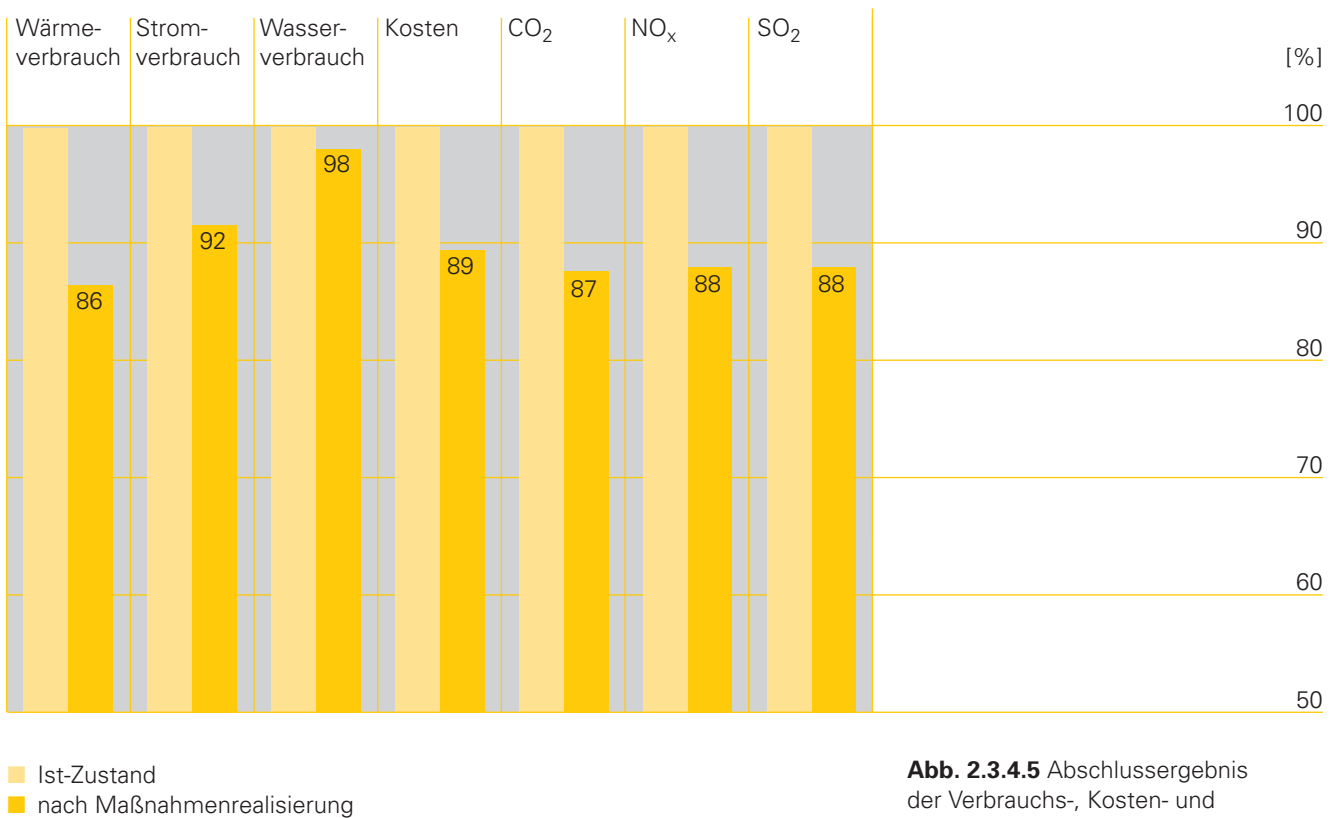
Grundschule Schul- und Kultusreferat	Priorität	absolute Einsparungen								relative Einsparungen								Investitionen (€)	Amortisationszeitraum [a]				
		Wärme Arbeit [MWh/a]	Wärme Leistung [kW]	Strom Arbeit [MWh/a]	Strom Leistung [kW]	Wasser [m³/a]	Abwasser [m³/a]	Verbrauchskosten (€/a)	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]	NO <sub>x</sub> -Emissionen [kg/a]	SO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/a]	Wärme Arbeit [%]	Wärme Leistung [%]	Strom Arbeit [%]	Strom Leistung [%]	Wasser [%]	Abwasser [%]			Verbrauchskosten [%]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [%]	NO <sub>x</sub> -Emissionen [%]	SO <sub>2</sub> -Emissionen [%]
Dämmung oberste Geschossdecke	2	103	61				4.250	20,4	18,5	1,0	13	10				8	12	12	5	45.000	8		
Anbringung/Erneuerung v. Abdichtungen	3	8	4				320	1,6	1,4	0,1	1	1				1	1	1	0	3.000	7		
Kontrolle Hydraulik bei Brennwert	1	39					1.350	7,9	7,1	0,4	5					2	4	4	2				
Aktivierung Nachtabstaltung	1	30	2				1.200	6,5	5,9	0,6	4	3				2	4	4	3				
Pumpenbetrieb mit reduzierter Leistung	1		2	0,4			235	0,5	0,5	0,3		3	1			0	0	0	2				
HT-Sperrung bestimmter Verbraucher	2		4				650					9				1	0	0	0	1.000	2		
Einsatz Bewegungsmelder	3		1				85	0,2	0,2	0,2		1				0	0	0	1	2.200	22		
Reduzierung der Beleuchtungsleistung	1		10	5			1.600	2,5	2,4	1,7		13	10			3	1	1	8				
Anpassung Raumtemperatur an Bedarf	1	55					1.850	11,0	9,9	0,6	7					3	6	6	3				
Verbesserung der Dokumentation	1															0	0	0	0				
<b>Summe:</b>		235	65	14	10	0	0	11.455	50	46	5	30	11	18	19	0	0	20	29	29	23	49.000	3
Vertragstypen:		Erdgas Sondervertrag				Strom Sondervertrag																	

**Abb. 2.3.4.4** Einzelanalyse einer Grundschule

■ **Einsparpotenziale**

Das ermittelte Maßnahmenpaket beinhaltet sowohl nicht-investive Optimierungsmaßnahmen des technischen Betriebs als auch investive Maßnahmen in Höhe von insgesamt 9 Millionen Euro, die sich in etwa 4,5 Jahren amortisieren. Bei der Berechnung der erforderlichen Investitionskosten wurden sämtliche externe Förderprogramme berücksichtigt. Das Gesamteinsparpotenzial der Verbrauchskosten beträgt 2,2 Millionen € (11 %). Das Wärme- und Stromverbrauchsniveau kann um 14 bzw. 8 % reduziert werden, der Wasserverbrauch um 2 %. Insgesamt können 6.800 Tonnen (13 %) CO<sub>2</sub> jährlich vermieden werden. Die Einzelergebnisse sind in Abb. 2.3.4.5 dargestellt. Der energetische Ausgangszustand der jeweiligen Gebäude vor dem Projekt (Ist-Zustand) entspricht 100 %.

**Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand**



**Abb. 2.3.4.5** Abschlussergebnis der Verbrauchs-, Kosten- und Schadstoffreduktion

■ **Umsetzung der Maßnahmen**

Seit Herbst 2000 werden nicht-investive Maßnahmen durch den Technischen Betrieb umgesetzt. Damit wurde schon vor Abschluss des Projektes zur Entlastung der Umwelt und des Haushalts beigetragen. Aus der Vielzahl von investiven Vorschlägen wurde ein Maßnahmenpaket mit einer mittleren Amortisationszeit von etwa fünf Jahren definiert, das bis zum Jahr 2008 vom Baureferat umgesetzt und nach dem Münchner Intracting-Modell (s. Kap 5.4.1.) finanziert wird.

### 2.3.5 Energiekostenprognose für Haushalt

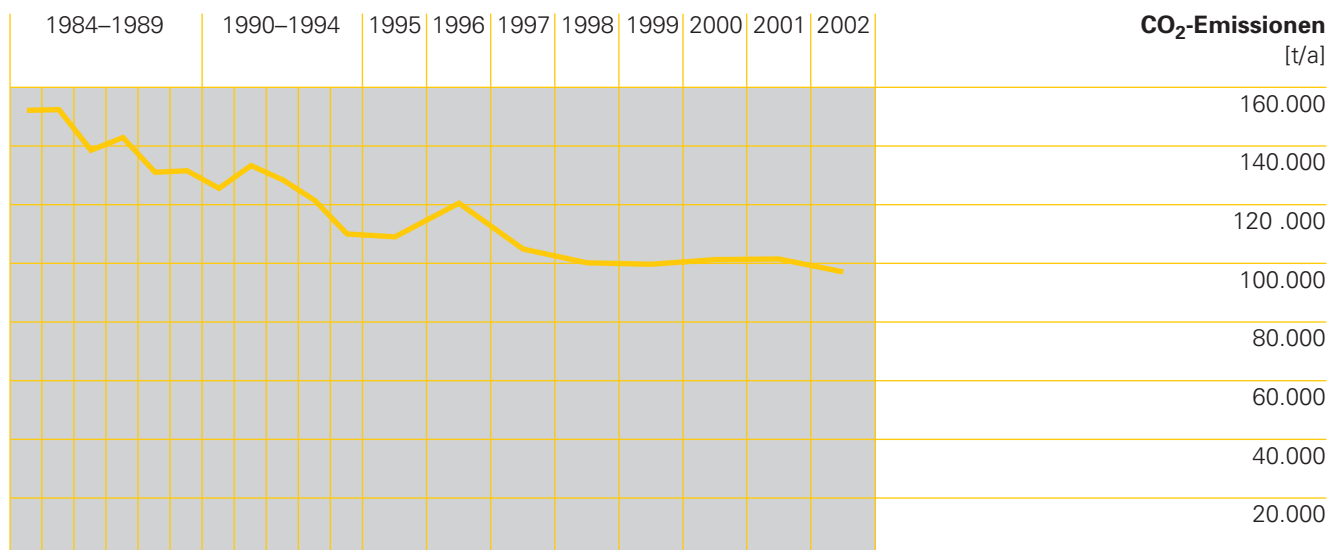
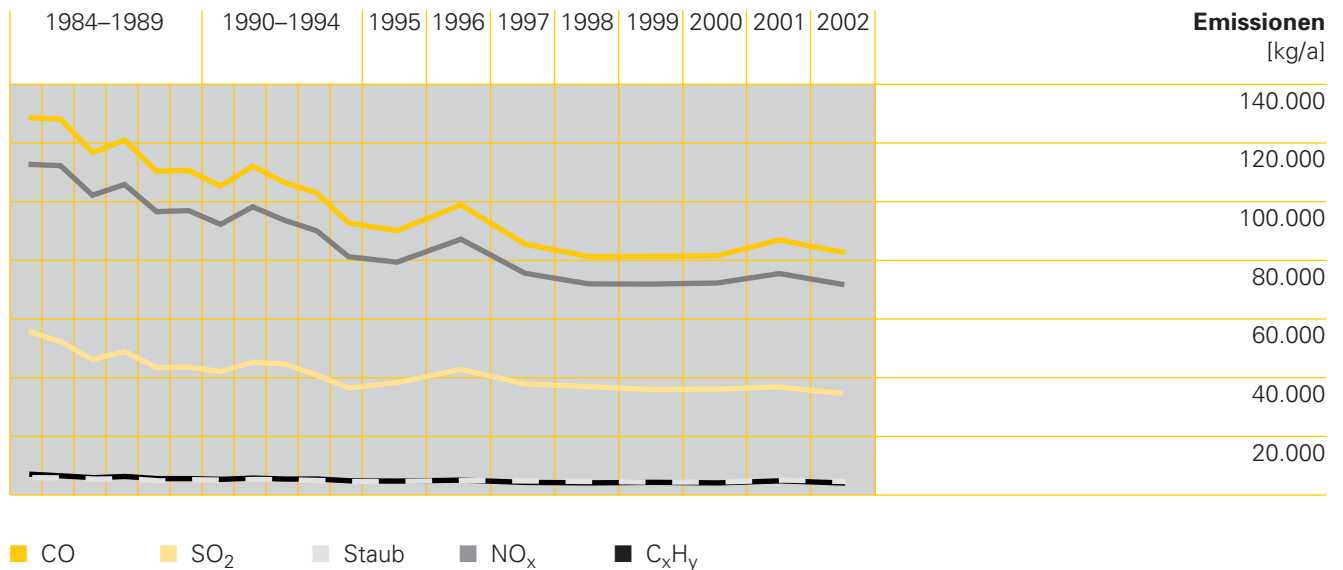
Mithilfe des ADS-Verfahrens werden die Kostendaten der SWM-Rechnungen aus dem vorangegangenen Jahr automatisch erfasst. Diese werden witterungsbereinigt und mit einer Prognose der zukünftigen Preisentwicklung für den Haushalt 2004 hochgerechnet. Die Veränderungen im Gebäudebestand werden ebenso berücksichtigt. Die Haushaltsprognose wird nach den Gliederungen der Referate strukturiert und den Referaten je Liegenschaft bzw. Gebäude zur Einarbeitung in deren Haushaltsprognose übermittelt.

## 2.4 Immissionsschutz und Umweltschutz

### 2.4.1 Emissionen

Bei der Verbrennung fossiler Endenergieträger werden Emissionen wie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickoxid (NO<sub>x</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Staub und Kohlenwasserstoffverbindungen (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>), sowie Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ausgestoßen (siehe Abb. 2.4.1.1 und 2.4.1.2).

**Abb. 2.4.1.1** Emissionen durch Wärmeerzeugungsanlagen (ab 1995 ohne Altenheime)



**Abb. 2.4.1.2** CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Wärmeerzeugungsanlagen (ab 1995 ohne Altenheime)

Für eine stadtweite einheitliche Datenbasis wurden ab 2001 die CO<sub>2</sub>-Kennwerte der RGU Studie »Möglichkeiten kommunaler CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen« zu Grunde gelegt. Im Bereich Fernwärme verbesserte sich der bisherige CO<sub>2</sub>-Kennwert von 192 kg/MWh auf 175 kg/MWh. Für Erdgas änderte sich der CO<sub>2</sub>-Kennwert von 199 kg/MWh auf 206 kg/MWh, für Heizöl von 267 kg/MWh auf 307 kg/MWh. Im Strombereich erhöhte sich der bisherige CO<sub>2</sub>-Kennwert von 252 kg/MWh auf 273 kg/MWh (siehe Abb. 2.4.1.3).

Energieart [kg/MWh]	Emission					
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Staub	CO <sub>2</sub>
Fernwärme	0,10	0,10	0,10	–	0,007	175
Erdgas	0,01	0,18	0,22	0,01	0,004	206
Heizöl EL	0,40	0,18	0,18	0,04	0,014	307
Strom	–	–	–	–	–	273

**Abb. 2.4.1.3** Emissionsfaktoren der einzelnen Energiearten

## 2.5 Information und Schulung

- Das Personal- und Organisationsreferat bietet jährlich zwei Schulungen für das Bedienpersonal von haus- und elektrotechnischen Anlagen und eine Schulung für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an, die in Gebäude- und Liegenschaftsverwaltungen Führungsfunktionen wahrnehmen. Die Veranstaltungen werden vom Baureferat durchgeführt.
- Bei internen Fortbildungsveranstaltungen für Fach- und Betriebspersonal wurde u. a. das Thema »Rationelle Energie- und Wasserverwendung« behandelt.
- Durchführen von Seminaren am Bildungszentrum Umweltschutz (BUZ) in Lauingen für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in öffentlichen Verwaltungen (Bayern):  
14. bis 16.11.2001 und 18. bis 20.12.2002  
»Energie in öffentlichen Gebäuden einsparen«  
08. bis 10.10.2003  
»Energiemanagement- und Kosteneinsparung bei öffentlichen Gebäuden«
- Bayerische Verwaltungsschule  
Seminar »Energieeinsparung im Bauwesen«  
in München, jährlich
- Fachforum Solarstadt in München, 04.12.2002  
»Solarenergienutzung im Bereich der Landeshauptstadt München«
- Präsentation bei den Münchner »Solartagen«  
auf dem Münchner Marienplatz, jährlich

## 2.6 Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit

### 2.6.1 Projektgruppen und Pilotprojekte

#### 2.6.1.1 »Fifty-Fifty« – Energiesparprojekt an Münchner Kindertagesstätten und Schulen

Mit dem Projekt sollen Nutzer an Münchner Kindertagesstätten und Schulen eingebunden und motiviert werden, durch umweltfreundliches Verhalten so viel Wärme, Strom und Wasser wie möglich einzusparen. Neben der Umweltentlastung besteht der Hauptanreiz darin, dass die Hälfte der erzielten Kosteneinsparung (durch Nutzerverhalten, nicht aufgrund baulicher und technischer Maßnahmen) zur Verfügung gestellt wird.

Das Projekt läuft seit 1996. Projektkoordination und pädagogische Leitung sind beim Schulreferat, Projektleitung und technische Betreuung beim Baureferat angesiedelt. Das Referat für Gesundheit und Umwelt, sowie die SWM GmbH stehen beratend zur Seite.

Es werden jährlich 2 bis 3 Informationsveranstaltungen für die neuen Projektbeteiligten abgehalten. Für die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner der bereits länger teilnehmenden Kindertagesstätten und Schulen findet ebenso ein Erfahrungsaustausch statt. In den durchgeführten Energierundgängen, d.h. Begehungen mit Vertretern der Schule (z.B. Schulleitung etc.) des Schulreferats und Baureferats, wurden die Nutzer vor Ort beraten und auf mögliche Verbrauchseinsparungen hingewiesen. Die Projektgruppe bot außerdem Fortbildungen für das Bedienpersonal haustechnischer Anlagen an.

Durch den neuen Strom-Rahmenvertrag und die Abrechnungsmodalität der Lastspitzen, wurde eine Neuberechnung der Bemessungsgröße Strom erforderlich.

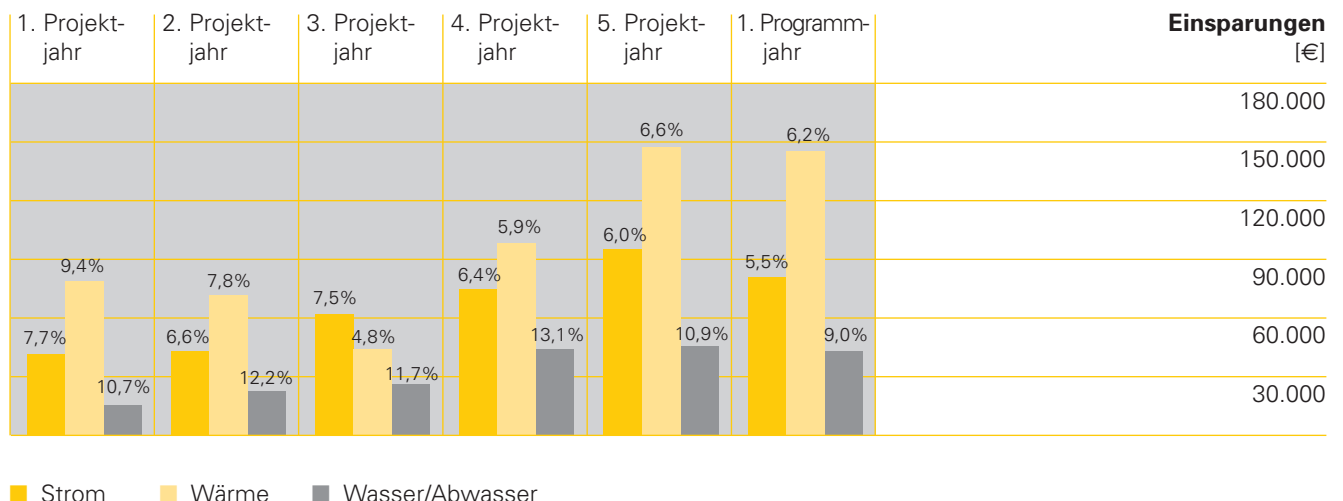
Im Zeitraum vom 01.11.1996 bis 31.10.2002, das entspricht dem 1. mit 5. Projektjahr und 1. Programmjahr, wurden insgesamt Kosten von rd. 1,2 Mio. € und 3.400 t CO<sub>2</sub> eingespart. Eine Übersicht der Einsparerfolge zeigt Abb. 2.6.1.1.1.

1. Programmjahr erfolgreich abgeschlossen



Fifty rät: »Spar mit«

Abb. 2.6.1.1.1 Kosteneinsparungen 1. mit 5. Projektjahr und 1. Programmjahr bezogen auf die Referenzjahre



Mit dem 5. Projektjahr endete das Pilotprojekt. Seit Beschluss des Stadtrats vom 19.09.2001 wird das Projekt als Programm fortgeführt. Im 1. Programmjahr beteiligten sich 110 Einrichtungen.

Die Zielsetzungen des Fifty-Fifty-Projektes: ökologisches, pädagogisches und ökonomisches Ziel werden beibehalten, ebenso das Logo. Der Name wird nur geringfügig geändert: »Fifty-Fifty«-Energiesparprogramm an Münchner Kindertagesstätten und Schulen.

Zusammenarbeit und Aufgabenteilung der Projektgruppe haben sich bewährt, die entwickelte Struktur wird beibehalten.

Es wird festgestellt, dass die derzeitige Personalkapazität für das Programm nicht ausreicht die Einrichtungen auftragsgemäß zu betreuen.

### Motivation vor Ort erhalten

Aufgabe für das 2. Programmjahr ist es, die Ergebnisse zu steigern und die Motivation bei den beteiligten Nutzern zu erhalten. Objekte mit keinen oder nur geringen Einsparungen, werden gezielt untersucht.

#### 2.6.1.2 Solarkunstprojekt an der Joseph-von-Fraunhofer Realschule<sup>8)</sup>

Das im Jahr 2001 initiierte Solarkunstprojekt konnte bereits am 4. Juli 2003 eingeweiht werden. An zwei stattlichen Figuren von 320 cm und 210 cm Größe aus in kräftigen Farben bemaltem Beton bzw. verzinktem Stahl blinken Leuchtdioden auf, und je nach Sonneneinstrahlung drehen sich farbige und zeichenhafte Elemente langsamer oder schneller, die von Timerschaltungen gesteuerten Motoren bewegt werden. Die Energie kommt von drei Solarpaneelen.

Zur technischen Realisierung und künstlerischen Gestaltung des Projekts trug die Arbeit der Schülerinnen von zwei Wahlkursen bei: »Energie und Umwelt«, den die Initiatorin Frau Regine Metz leitete, und »Sonnenkunst« mit der Kunst-erzieherin Frau Dr. Quint. Dieses fächerübergreifende Projekt verbindet die Themenbereiche »Nutzung regenerativer Energien« mit »Künstlerischem Gestalten«. Der Solarkünstler Peter Weiersmüller hat den Jugendlichen praktische Fähigkeiten vermittelt, die Planung der Objekte maßgeblich mitgestaltet und mühsame Detailarbeiten geleistet, die zum endgültigen Gelingen des Projekts notwendig waren.

### Mit Kreativität Interesse für regenerative Energien wecken

<sup>8)</sup> Dieser Beitrag zum Solarkunstprojekt wurde freundlicher Weise von Frau Regine Metz (Schulreferat) zur Verfügung gestellt.

Außerschulische Kooperationspartner unterstützten das Ganze finanziell durch Sachspenden und vor allem durch praktische Arbeit. Hier sind unter anderem die Kreisgruppe München des Bund Naturschutz, die Stadtwerke München GmbH und das Schulreferat der Landeshauptstadt zu nennen. Der größte Teil der Mittel stammt aus dem »Fifty-Fifty«-Projekt, an dem die Joseph-von-Fraunhofer-Realschule zusammen mit dem Gymnasium Fürstenried von Beginn an erfolgreich beteiligt war. Hier eine Auswahl der in den letzten Jahren durchgeführten Maßnahmen, die auf ein verändertes Nutzerverhalten zielten:

- Temperaturmessprogramm in allen Klassen
- Klassenzimmerwettbewerbe mit Preisen finanziert aus der Fifty-Fifty-Prämie
- Lastgangmessungen für Strom und Fernwärme
- Reduktion der Beleuchtungszeiten in den Fluren
- Reduktion der Laufzeiten der Lüftungsventilatoren in der Tiefgarage und der Pumpen im Schwimmbad
- Installation von Bewegungsmeldern in Fahrradkeller, Tiefgarage und bestimmten Bereichen auf den Gängen finanziert aus der Fifty-Fifty-Prämie.

Die Einsparungen der letzten 6 Jahre (= 1. Projektjahr mit 1. Programmjahr) betragen:

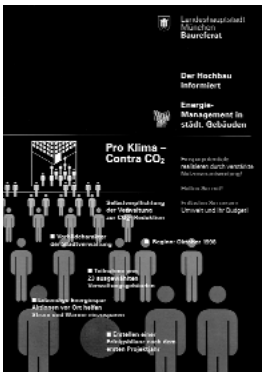
- Verbrauch Strom: 340 MWh
- Verbrauch Wärme: 827 MWh
- Verbrauch Wasser: 9.725 m<sup>3</sup>
- CO<sub>2</sub>: rd. 245 t
- Einsparung Kosten gesamt: rd. 115.000 €.

Besonders stolz sind wir darauf, dass wir die Mittel aus einem Energiesparprojekt zur Finanzierung eines innovativen Solarprojektes einsetzen konnten.

**Mit eingesparten Kosten  
Sonderprojekte fördern**



**Abb. 2.6.1.2.1** Solarkunstprojekt an der Joseph-von-Fraunhofer Realschule



### 2.6.1.3 »Pro Klima-Contra CO<sub>2</sub>« – Kampagne zum energiebewussten Nutzerverhalten in Verwaltungsgebäuden

Auch im 3. und 4. Projektjahr konnte die Energiespar-Aktion mit Erfolg fortgeführt werden. Durch ein verändertes Nutzerverhalten wurde im 4. Projektjahr eine Verbrauchseinsparung bei Strom von 3,2 % und bei der Wärme von 10,5 % gegenüber den Referenzwerten vor der Teilnahme erzielt.

Das Baureferat führte in den neu hinzugekommenen Gebäuden Begehungen durch und beriet die Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner.

In Abb. 2.6.1.3.1 sind die jährlichen Einsparungen dokumentiert.

#### Information mit weiteren Energiespartipps erhältlich

Einsparungen	1. Projektjahr		2. Projektjahr		3. Projektjahr		4. Projektjahr	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Verbrauch [MWh]	121 (3,4%)	997 (5,5%)	58 (5,1%)	454 (4,9%)	61 (3,8%)	929 (6,0%)	37 (3,2%)	1.293 (10,5%)
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	33	195	15	88	15	183	9	254
Kosten [€]	13.582	35.367	13.176	21.431	11.123	40.747	5.284	54.653
Gebäudeanzahl	23		12		19		19 davon 2 wegen Sanierung nicht bewertet	

**Abb. 2.6.1.3.1** Einsparungen im 1. bis 4. Projektjahr

Rund ein Drittel der eingesparten Energiekosten (Strom und Wärme) steht dem Gebäudenutzer zur Verfügung. Erfahrungsgemäß ist es teilweise schwierig, die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zum Mitmachen zu motivieren. Mehr freiwilliges Engagement wäre wünschenswert, entsprechende Schulungen werden angeboten.

#### Pilotprojekt wird als Programm weitergeführt

Mit dem 4. Projektjahr endet die Projektphase und wird seit Beschluss des Stadtrats vom 01.10.02 als Programm fortgeführt.

## 2.6.2    **Mitwirkung in externen Arbeitskreisen**

Das Baureferat ist in folgenden externen Arbeitskreisen vertreten und wirkt u. a. an deren Veröffentlichungen mit:

- AMEV<sup>9)</sup>
- Hinweise zur wirtschaftlichen, umweltverträglichen und sparsamen Verwendung von Energie und Wasser in öffentlichen Gebäuden – Energie 2000
- Hinweise für die Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht in öffentlichen Gebäuden – Beleuchtung 2000
- Hinweise für das Betreiben und Bedienen von heiztechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden – Heizbetrieb 2001
- Deutscher Städtetag »Arbeitskreis Energieeinsparung«<sup>10)</sup>
- Ausgabe 1 (12/96) Einsparung von Stromkosten im Gebäudebestand
- Ausgabe 2 (08/97) Energiecontracting für kommunale Liegenschaften
- Ausgabe 3 (10/97) Rationelle Verwendung von Trinkwasser im Gebäudebestand
- Ausgabe 4 (01/99) Das Energiemanagement im Rahmen der kommunalen Gebäudewirtschaft
- Ausgabe 5 (03/00) Umsetzung des kommunalen Energiemanagements
- Ausgabe 6 (11/00) Organisation des kommunalen Energiemanagements
- Ausgabe 7 (10/01) Wärmeeinsparung in kommunalen Liegenschaften
- Ausgabe 8 (07/02) Raumtemperaturen und Innenraumbeleuchtung im Gebäudebestand
- Ausgabe 9 (07/02) Energieberichte für kommunale Liegenschaften
- Ausgabe 10 (03/03) Energieleitlinien – Planungshinweise
- Ausgabe 11 (08/03) Energieleitlinien – Betriebsanweisungen
- Ausgabe 12 (08/03) Energieleitlinien – Zuständigkeitsregelungen
- Ausgabe 13 (08/03) Bewertung verschiedener Finanzierungsformen für Energiesparmaßnahmen

Die im bundesweiten Erfahrungsaustausch erworbenen energiewirtschaftlichen Kenntnisse und Informationen werden in der Praxis verwertet.

<sup>9)</sup> Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen, Geschäftsstelle im Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Referat BS 32, Krausenstraße 17–20, 10117 Berlin, Telefon: (0 18 88) 3 00 73 29, E-Mail: amev@bmvbw.bund.de, Internet: www.amev-online.de

<sup>10)</sup> Deutscher Städtetag, Postfach 51 06 20, 50942 Köln, Telefon: (02 21) 37 71-0, E-Mail: post@staedtetag.de, Internet: www.staedtetag.de



### 3 **Bauliche und technische Maßnahmen**

- 3.1 Effizienzsteigerung im Gebäudebestand
- 3.2 Regenerative Energienutzung
- 3.3 Einsparungen bei Lichtsignalanlagen
- 3.4 Einsparungen bei Straßen-  
und Tunnelbeleuchtungsanlagen
- 3.5 Niederschlagswasserversickerung –  
Reduzierung der Niederschlags-  
wassergebühr

3 **Bauliche und technische Maßnahmen**  
 3.1 **Effizienzsteigerung im Gebäudebestand**  
 3.1.1 **Übersicht Sanierungen**

**Wirtschaftlichkeit durch Synergieeffekte verbessern**

Die zeitliche Zusammenlegung der Durchführung von Energiesparmaßnahmen mit Modernisierungsmaßnahmen ist besonders wirtschaftlich. Abb. 3.1.1.1 zeigt Beispiele für investive Energiesparmaßnahmen, die im Rahmen von Sanierungs- und Bauunterhaltsmaßnahmen durchgeführt wurden.

Art der Maßnahme	Anzahl der Objekte	Kosten (T€)	Prognostizierte Einsparung (T€/a)	Bemerkungen
Wärmedämmungen Gebäudehülle/ Fenstererneuerungen <sup>11)</sup>	16	444	47	Im Rahmen der energie-wirtschaftlichen Planungs-begleitung
Heizungssanierungen	23	9.830	216	Kap. 3.1.2
Gebäudebeleuchtung (mit tageslicht- und ereignis-abhängigen Lichtsteuerungen)	19	526	25	Austausch veralteter und unwirtschaftlicher Beleuchtung Leuchten

**Abb. 3.1.1.1** Energiesparmaßnahmen 2001/2002 in Gebäuden

<sup>11)</sup> Fenstererneuerungen waren ohnehin erforderlich. Daher wurden keine Investitionsmehrkosten angesetzt.

### 3.1.2 Heizungssanierungsprogramm

Auf Grundlage des Heizungssanierungsprogramms werden in 23 Objekten die Heizungsanlagen modernisiert.

Die Investitionskosten für Sanierungs- und Energiesparmaßnahmen betragen rund 9,8 Mio. €. Dadurch sollen die bisherigen Wärmekosten um ca. 216.000 €/a reduziert werden.

### 3.1.3 Sanierung Schlacht- und Viehhof

Im Zuge einer Energieeinsparstudie wurde im letzten Energiemanagementbericht über die Umsetzung der Sparpotenziale berichtet.

Weitere Maßnahmen sind:

#### ■ Erneuerung der RLT-Anlagen Schweineschlachtung Kuttelei und Fleischmarkt

Durch eine Wirkungsgradverbesserung der neuen gegenüber den alten Lüftungsgeräten von ca. 10 % ergibt sich bei den Lüftungsgeräten »Kuttelei« und »Konfiskatraum« trotz Erhöhung der Luftmenge eine Verbrauchssenkung von insgesamt rd. 5,5 MWh<sub>elektr.</sub> pro Jahr. Das entspricht trotz Standarderhöhung einer CO<sub>2</sub>-Reduktion von 1,5 t/a.

Für das Lüftungsgerät »Kuttelei« wird eine Wärmerückgewinnung im Kreislaufverbundsystem (KVS) eingesetzt. Dadurch wird eine Einsparung von rd. 60 MWh<sub>thermisch</sub> pro Jahr realisiert. Die Umwelt wird dadurch jährlich um weitere 16 t CO<sub>2</sub> weniger belastet.

#### ■ Versickerung von Niederschlagswasser

Im Zuge der Grundleitungssanierung wurde, so weit wie möglich die Hof- und Dachentwässerung vom städt. Entwässerungskanal abgetrennt. Insgesamt wird das Niederschlagswasser von einer Fläche von ca. 29.000 m<sup>2</sup> auf dem Grundstück versickert. Das Niederschlagswasser wird dem natürlichen Kreislauf zugeführt, das Grundwasser wird angereichert und nebenbei werden ca. 37.000 €/a Entwässerungskanalgebühren eingespart.

#### Durchgeführte Maßnahmen



Abb. 3.1.3.1 Neue Lüftungsanlage für den Trakt »Kuttelei«

### 3 Bauliche und technische Maßnahmen

#### 3.1.4 Energetische Sanierung von den Rechenzentren im Kälte- und Wärmebereich

## Umweltgerechte Optimierung

### 3.1.4 Energetische Sanierung von den Rechenzentren im Kälte- und Wärmebereich

Die vielschichtigen Verwaltungsaufgaben der Landeshauptstadt München werden mit Hilfe von zentralen Rechenzentren bewältigt. Grundsätzlich stellt die Betriebssicherheit aller Anlagenteile die höchste Priorität dar. Aufgrund des hohen Energiebedarfs für die Rechenzentren wurde die Kälte- und Wärmetechnik aus den 70er-Jahren nach heutigem Stand der Technik energetisch, schallschutztechnisch und ökologisch optimiert. Zugleich wurde die Ausfallsicherheit weiter erhöht.

**Abb. 3.1.4.1** Rechenzentrum Außenansicht



#### Maßnahmen:

- Zusammenfassung dezentraler Kühlanlagen.
- Installation von vier neuen Kälteaggregaten mit einer Gesamtkälteleistung von 480 kW.
- Verdichter mit FCKW-freiem Kältemittel R 134 a.
- Rückkühlwerke auf dem Dach des Gebäudes.
- Anschluss der Kantinenkühlung (bislang über Trinkwasser) an das Kältenetz.
- Nutzung der umweltfreundlichen »Außenkälte« durch Einbau eines Wärmetauschers.

#### Einsparergebnisse:

##### ■ Strom:

Durch die Sanierung der Kältemaschinen konnte bei gleich bleibender Laufzeit der elektrische Energiebedarf um ca. 1 Mio. kWh/a reduziert und rund 150.000 €/a Betriebskosten eingespart werden.

Dies entspricht einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Emission von ca. 300 t.

##### ■ Wasser:

Der Anschluss der Kantine und des Speisesaals an das Kälteversorgungsnetz der Klimaanlage reduziert den Wasserverbrauch um 15.200 m<sup>3</sup> pro Jahr.

### 3.1.5 Beleuchtungsoptimierung in Gebäuden

Im Rahmen der Instandhaltung und Großinstandsetzungen wurden in 19 Schulgebäuden alte Beleuchtungsanlagen durch moderne, lichttechnisch hochwertige Leuchten ersetzt.

Dabei wird bei einem Investitionsvolumen von ca. 526.000 € künftig der Energieverbrauch um 79.000 kWh/a sinken und es werden Kosten in Höhe von jährlich ca. 25.000 € eingespart.

### 3.1.6 Kompensationsanlagen

Seit 1998 wurden insgesamt 34 Blindstromkompensationsanlagen nachgerüstet. Damit reduzierten sich die Stromkosten um insgesamt 26.000 € pro Jahr. Weiterhin werden regelmäßige Verbrauchskontrollen durchgeführt. Dadurch kann z. B. bei Nutzungsänderung oder Änderung der technischen Gebäudeausstattung ein eventueller Handlungsbedarf zur wirtschaftlichen Nachrüstung von Kompensationsanlagen sofort erkannt werden.

**Kosteneinsparung durch  
Vermeidung von Blindstrom**



## 3.2 **Regenerative Energienutzung**

### 3.2.1 **Bestandsdokumentation Photovoltaik und Solarthermie**

#### ■ **Thermische Solaranlagen**

Der Bestand von ursprünglich 20 thermischen Solaranlagen konnte seit der Umsetzung des Erweiterten Klimaschutzprogramms bis 2002 um weitere zehn Solaranlagen ausgebaut werden. Mit diesem Zubau und der Stilllegung einer Altanlage waren bis 2002 auf 29 städtischen Gebäuden 1.761 m<sup>2</sup> Kollektor- bzw. Absorberfläche zur Trinkwarmwasserbereitung, Schwimmbadwassererwärmung, Heizungsunterstützung bzw. Unterstützung der raumluftechnischen Anlagen installiert. Die Gesamtübersicht der thermischen Solaranlagen ist im Kapitel Statistik unter 6.4 aufgeführt.

#### ■ **Feuerwache 6 an der Bassermannstraße 20**

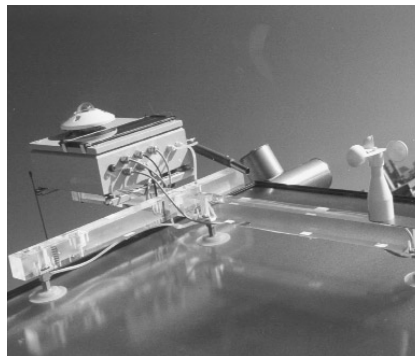
Bereits im Energiebericht 1999 wurde über die energetische Untersuchung der Feuerwache 6 und über die Umsetzung des ganzheitlichen Energiekonzeptes berichtet.

Der Gebäudekomplex Feuerwache 6 im Stadtteil Obermenzing besteht aus Fahrzeughallen, Werkstätten, Lager, einer Bereitschaftshalle mit Turnhalle und Dienstwohnungen. Der gemessene Bedarf an warmem Trinkwasser beträgt rd. 5.500 Liter pro Tag. Gemäß dem ganzheitlichen Ansatz, wurde die thermische Solaranlage mit einer Kollektorfläche von 89 m<sup>2</sup> im Anschluss an Fassadendämmmaßnahmen und die Modernisierung der Heizungsanlage installiert.

Mit dem benachbarten Bildungszentrum für Solartechnik an der Bergsonstraße wurde eine Kooperation in der Weiterbildung zum Solarteur vereinbart, die auch Führungen beinhalten soll.



**Abb. 3.2.1.1** Flachkollektoranlage  
89 m<sup>2</sup>, Feuerwache 6 an der  
Bassermannstraße 20



**Abb. 3.2.1.2** Mobile Meteorologie-  
station zur GSR-Vermessung  
(ZAE BAYERN)

Mit dem prognostizierten Energieertrag von 450 kWh/m<sup>2</sup>a soll die Anlage rd. 50 % des jährlichen Energiebedarfs zur Trinkwassererwärmung abdecken. Nach der Einregulierung der Anlage wird zur Qualitätssicherung und Effizienzprüfung vom Zentrum für Angewandte Energieforschung Bayern E.V. (ZAE BAYERN) ab April 2003 mit einem vom Bund geförderten Kurzzeittestverfahren der von der Anlage tatsächlich erbrachte solare Energieertrag (»Garantiertes Solares Resultat« – GSR) ermittelt und mit dem vom Planer simulierten Energieertrag verglichen.

### 3 Bauliche und technische Maßnahmen

#### 3.2.1 Bestandsdokumentation Photovoltaik und Solarthermie

##### ■ Photovoltaikanlagen

In den Jahren 2001 und 2002 wurden insgesamt neun Photovoltaikanlagen auf stadteigenen Gebäuden errichtet und in Betrieb genommen. Zusammen erreichen diese Anlagen eine elektrische Spitzenleistung von knapp 34 kW<sub>p</sub>, das entspricht einer Modulfläche von ca. 300 m<sup>2</sup>. Um die Erlöse nach dem Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (**E**rneuerbare-**E**nergien-**G**esetz, EEG) für 20 Jahre in Anspruch nehmen zu können, wird der erzeugte Strom der neun Anlagen in das öffentliche Stromnetz eingespeist und verkauft. Wegen diesem Gesetz sind zusätzlich zwei bereits bestehende Photovoltaikanlagen mit zusammen 9,5 kW<sub>p</sub> so umgerüstet worden, dass der erzeugte Strom ebenfalls an das Energieversorgungsunternehmen verkauft wird.

Diese elf Anlagen befinden sich über das Stadtgebiet verteilt auf Schulen, Feuerwachen, Schullandheimen, Wohnhäusern und auf dem Pasinger Rathaus (Neubau). Eine detaillierte Übersicht über den Bestand an städtischen Photovoltaikanlagen ist im Kapitel 6.5 aufgeführt.

#### Erstmalig in München: Dachbahn mit flexiblen PV-Modulen

##### ■ Flachdachsanieierung

#### **Bertolt-Brecht-Gymnasium an der Peslmüllerstraße 6** **Leistung: 145 m<sup>2</sup>, 4,6 kW<sub>p</sub>**

Eine in München technisch absolute Neuheit wurde im Zuge der Flachdachsanieierung des Bertolt-Brecht-Gymnasiums in Pasing, Peslmüllerstr. 6, verwirklicht. Nach der notwendig gewordenen Sanierung des Daches wurde die Photovoltaikanlage zusammen mit der Abdichtungsbahn in einem Arbeitsgang auf dem Sheddach ausgerollt, die Photovoltaikmodule sind direkt in die Dachfolie integriert. Die Funktionsweise der Folie lässt sich wie folgt beschreiben: Die Solarzellen sind dreilagig aufgebaut; die Schichtsysteme bestehen aus amorphem Silizium mit bedampften Edelstahlfolien (Minuspol) und transparenten Elektroden und Abgreifgitter (Pluspol). Die Schichtsysteme nutzen jeweils unterschiedliche Wellenlängen des Lichts. Auch bei bewölktem Himmel produzieren die Elemente Strom: etwa 20 Prozent mehr als eine kristalline Anlage. Die Module sind mit der Dachfolie verschweißt, die Anschlusskabel werden verdeckt verlegt.

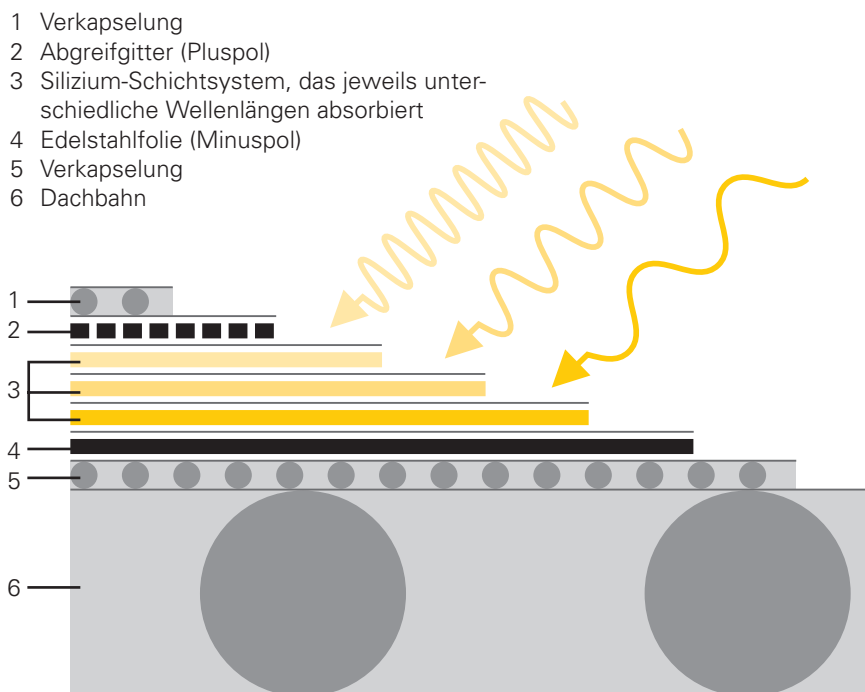
Weitere Vorteile sind:

- niedrige Montage- und Wartungskosten, da keine aufwändige Befestigungskonstruktion notwendig ist
- leichtes und windunanfälliges System, aufwändige statische Berechnungen sind nicht erforderlich
- das Dach wirkt durch die bündige Einbettung der Solaranlage schlicht und ansprechend.

Die Anlage kann von einer Aussichtsplattform auf dem Schuldach sehr gut betrachtet werden. Wie bei allen stadteigenen Photovoltaikanlagen ist der Ertrag und die momentane Leistung an einem Display in der Aula abzulesen. Die Inbetriebnahme erfolgte im Frühjahr 2003.



**Abb. 3.2.1.4** Photovoltaikanlage, Bertolt-Brecht-Gymnasium an der Peslmüllerstraße 6  
(Foto: Stephan Kässbohrer, Photo-Design, München)



**Abb. 3.2.1.3** Schematischer Aufbau einer dreischichtigen, flexiblen Solarzelle

**Erweitertes  
Klimaschutzprogramm**

### 3.2.2 Weiterer Ausbau von stadteigenen Solaranlagen

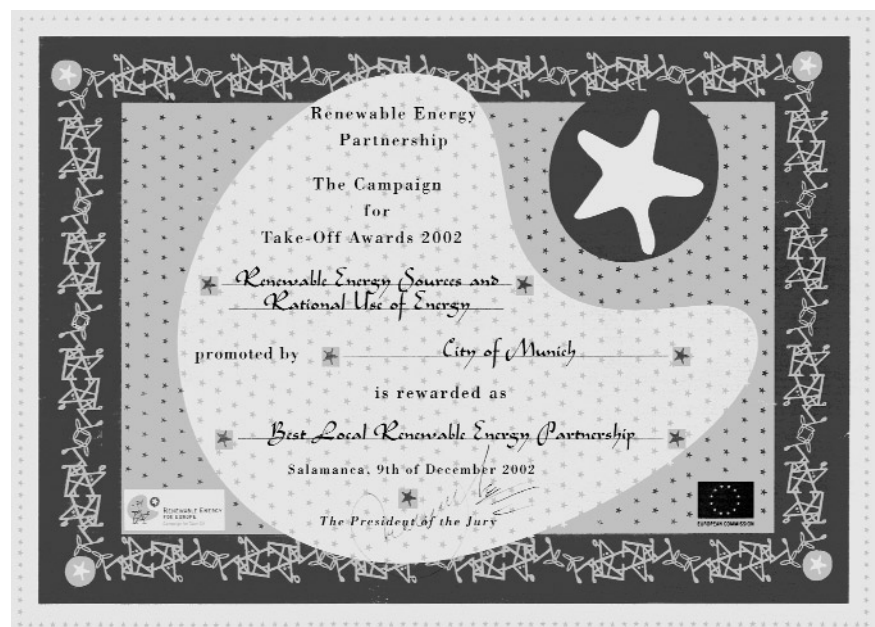
Im Juli 1999 beschloss der Stadtrat das »erweiterte Klimaschutzprogramm« (eKSP) und stellte mit dem Ausführungsbeschluss »Weitere Förderung der Solarenergie von der LH München« im Februar 2000 dem Baureferat für den Bau von Solaranlagen auf städtischen Gebäuden bis zum Jahr 2004 rd. 1,28 Mio. € zur Verfügung.

Initiiert durch diese Weichenstellung und zusätzlich gefördert durch das im April 2000 in Kraft getretene »Erneuerbare-Energien-Gesetz« (EEG) sowie das »Bayerische Programm zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien« (BayPEE) konnte im Berichtszeitraum die Solarenergienutzung auf städtischen Gebäuden gegenüber dem Jahr 2000 um ca. weitere 40 % ausgebaut werden.

Die Stadt München nimmt mittlerweile europaweit in der Klimaschutz- und Energiepolitik eine Spitzenposition als Solarstadt ein. Die Europäische Kommission hat im Dezember 2002 die Landeshauptstadt München für ihre besonderen Anstrengungen im Bereich »Erneuerbare Energieträger und rationelle Energieanwendung« ausgezeichnet. Durch diese Würdigung auf internationaler Ebene wird unterstrichen, dass sich München beim Ausbau der Solarenergienutzung auf dem richtigen Weg befindet.

Der Preis ist eine Auszeichnung und gleichzeitig Auftrag für weitere Anstrengungen mit dem Ziel, den Anteil regenerativer Energien an der EU-weiten Energieversorgung bis 2010 (bezogen auf das Jahr 1997) zu verdoppeln.

**Abb. 3.2.2.1** Campaign for Take off Award 2002, EU-Auszeichnung für die Landeshauptstadt München



Die Auswahl attraktiver und breitenwirksamer Standorte für Solaranlagen wird in Abb. 3.2.2.2 mit Hilfe des Kriterienkatalogs dargestellt.

Solaroffensive fortsetzen



Abb. 3.2.2.2 Kriterienkatalog

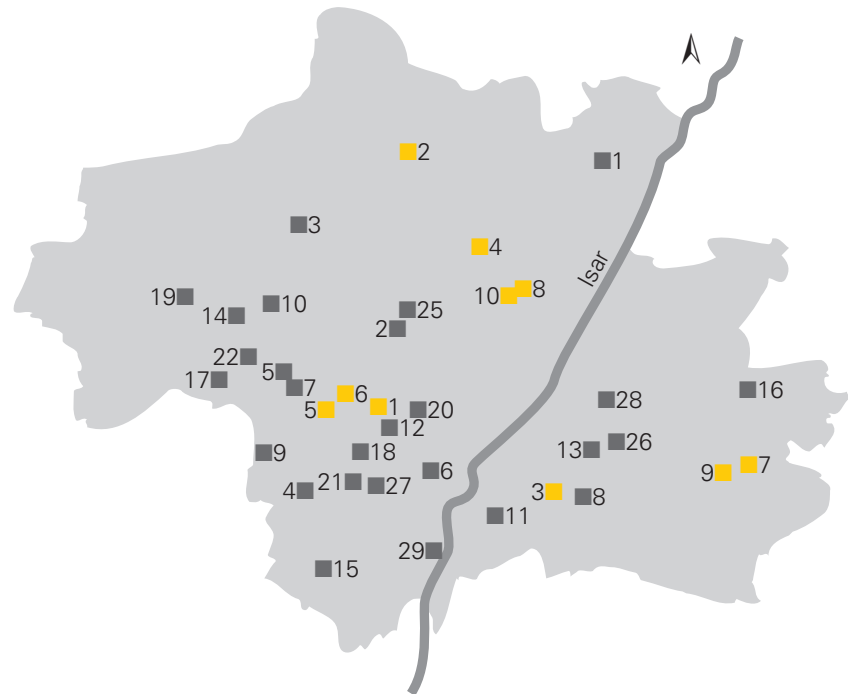
#### ■ Thermische Solaranlagen

In 2003 und 2004 ist der Ausbau der thermischen Solarenergienutzung auf weiteren zehn städtischen Gebäuden mit einer Kollektorfläche von 284 m<sup>2</sup> geplant (siehe Abb. 3.2.2.3).

#### ■ Photovoltaikanlagen

Für die Jahre 2003 und 2004 sind nochmals zehn weitere Photovoltaikanlagen mit einer elektrischen Leistung von über 90 kW<sub>p</sub> geplant (siehe Abb.3.2.2.4). Dabei werden schwerpunktmäßig fassaden- und dachintegrierte Solarsysteme eingesetzt.

Folgende zwei Abbildungen stellen die geplanten thermischen und photovoltaischen Anlagen dar.

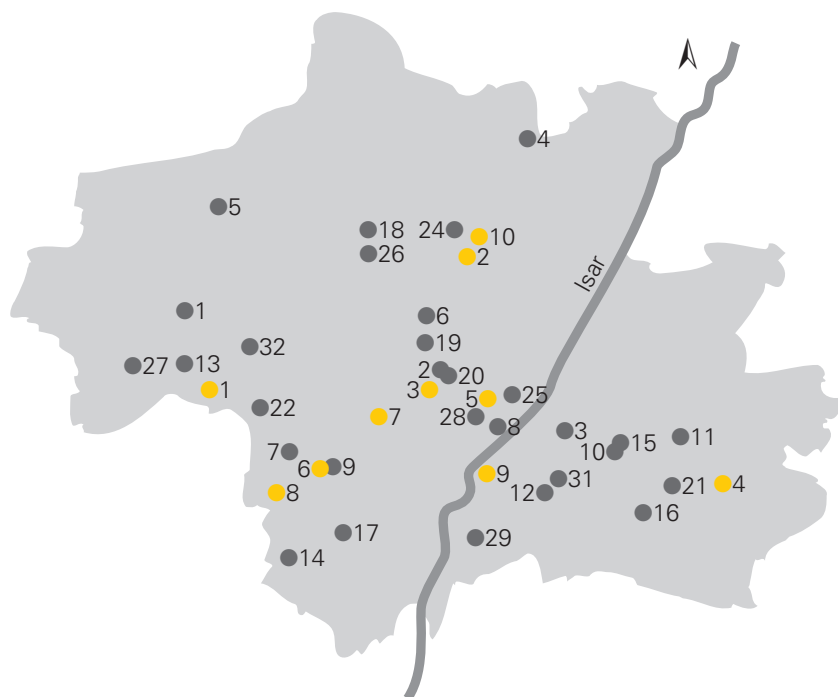


■ Solarthermische Anlagen in Planung  
 ■ Solarthermische Anlagen Bestand

Objektnr. 23 und 24 außerhalb der Stadtgrenze (Gesamtübersicht siehe 6.4)

Objekt	Straße	Größe ca. [m <sup>2</sup> ]
1 Neubau Kfz-Zulassungsstelle	Eichstätter Straße 2	15
2 Mehrzweckhalle	Georg-Zech-Allee 15	50
3 Bürgerzentrum Giesinger Bahnhof	Giesinger Bahnhofsvorplatz 1	40
4 Neubau Grundschule/Turnhalle	Hanselmannstraße 43	20
5 Neubau Niedrigenergiehaus	Rushaimerstraße 50	10
6 Grundschule	Camerloherstraße 110	45
7 Neubau Kinderkrippe	Felizitas-Füss-Straße	12
8 Neubau Kindergarten	Simmernstraße 2	12
9 Freizeitheim	Feldbergstraße 63	50
10 Neubau Straßenreinigungsstützpunkt	Belgradstraße 89	30
	<b>Summe</b>	<b>284</b>

**Abb. 3.2.2.3** Geplante, bzw. neu in Betrieb genommene Solarthermische Anlagen



- Photovoltaikanlagen in Planung
- Photovoltaikanlagen Bestand

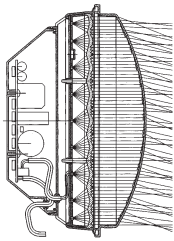
Objektnr. 23 und 30 außerhalb der Stadtgrenze (Gesamtübersicht siehe 6.5)

Größe ca. [m <sup>2</sup> ]	Straße	Objekt
78	Peslmüllerstraße 6	Gymnasium 1
91	Hanselmannstraße	Grundschule 2
58	Schwanthalerstraße 62	Bürgerhaus 3
40	Markgrafenstraße 19	Grundschule 4
45	Herzog-Wilhelm-Straße 15	Verwaltungsbau 5
63	Guardinistraße 60 <sup>12)</sup>	Hauptschule 6
50	Eichstätter Straße 2	Neubau Kfz-Zulassungsstelle 7
270	Prälat-Wellenhofer-Straße 5	Kooperationseinrichtung 8
300	Sachsenstraße 9	Palmenhaus 9
100	Schleißheimer Straße 334–338	Bürgerhaus 10
<b>1.087</b>	<b>Summe</b>	

**Abb. 3.2.2.4** Geplante, bzw. neu in Betrieb genommene PV-Anlagen

<sup>12)</sup> Erweiterung und Umrüstung auf Netzzückspeisung

**Reduktionspotenzial:  
 Halbierung des Stromverbrauchs  
 bei Ampelanlagen**



**Abb. 3.3.1** Schnittdarstellung einer LED-Signalkammer

### 3.3 **Einsparungen bei Lichtsignalanlagen**

Der Einsatz von LED-Signalgeber (Light Emitting Diodes) bietet ein erhebliches Potenzial von Energieeinsparung. Bei Ampelanlagen werden in München jährlich ca. 1 Mio. € für die Energieversorgung ausgegeben. Der größte Teil entfällt auf die Signalisierung mit Glühlampen-Signalgeber.

Die neuesten Entwicklungen der Halbleitertechnik erlauben eine Halbierung des Stromverbrauchs beim Einsatz von LED-Signalgebern.

Zum sicheren Betrieb solcher neuer Signale ist eine Schnittstellennorm zum Anschluss an die Steuergeräte notwendig. Die Landeshauptstadt München hat als Gründungsmitglied der OCIT (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) aktiv an der Erstellung dieser Norm mitgearbeitet. Damit sind die Voraussetzungen für den Einsatz dieser energiesparenden, wesentlich langlebigeren und optisch besseren Lichtsignalanlagen für den Straßenverkehr geschaffen.

In München sind derzeit bereits 54 von 1100 Lichtsignalanlagen auf LED Signalgeber umgestellt. Im Berichtszeitraum von Januar 2001 bis Dezember 2002 wurden 36 Signalanlagen mit dieser neuen Technik ausgestattet. Durch diese Maßnahmen werden ca. 350.000 kWh/a Energie und damit ca. 42.000 € pro Jahr eingespart. Das erfolgreiche Programm wird weiter fortgeführt; in den Folgejahren werden jährlich ca. 35 weitere Anlagen umgerüstet.

**Abb. 3.3.2** Neueste Technik vor historischem Hintergrund: Bei den Lichtsignalanlagen am Königsplatz vor den Propyläen sind bereits seit Juni 2001 Lichtsignalgeber mit LED im Einsatz



### 3.4 **Einsparungen bei Straßen- und Tunnelbeleuchtungsanlagen**

#### 3.4.1 **Straßenbeleuchtungsanlagen**

Straßen, Plätze und Wege für Fußgänger und Fahrzeuge müssen beleuchtet werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus dem Bedürfnis der Menschen nach Sicherheit an Leib, Leben und Sachen, der Gewährleistung von Verkehrssicherheit und öffentlicher Ordnung sowie der Gestaltung der Städte und Gemeinden als Wohn- und Erlebniswelt.

Die Abt. Straßenbeleuchtung und Verkehrsleittechnik unternimmt große Anstrengungen, um dabei ein Maximum an Energie einzusparen. So wurden im Jahr 2001 ca. 1500 und 2002 ca. 1300 Gehwegleuchten der Typen »Hochleite« und »Bavaria« auf den Betrieb mit energiesparenden Kompaktleuchtstofflampen und elektronischen Vorschaltgeräten umgerüstet. Dadurch konnte das Beleuchtungsniveau in vielen Grünanlagen und Wohnbereichen deutlich erhöht und trotzdem die Anschlussleistung der Leuchten um mehr als 20 % gesenkt werden.



**Höheres Beleuchtungsniveau durch energiesparende Technik**

**Abb. 3.4.1.1** »Bavaria« (links)  
Auch klassische Leuchten werden auf den neuesten technischen Stand gebracht

**Abb. 3.4.1.2** »Hochleite« (rechts)  
mit zwei Kompaktleuchtstofflampen und zwei elektronischen Vorschaltgeräten bestückt

Weiterhin wurden im Berichtszeitraum insgesamt ca. 2900 Straßenleuchten, die das Ende ihrer Lebenszeit erreicht hatten, durch neue Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten und Hochleistungsspiegelreflektoren ersetzt. Hiermit konnte der Energieverbrauch der Leuchten bei verbesserter Beleuchtungsqualität sogar um mehr als 30% gesenkt werden.

Durch die Maßnahmen im Jahr 2001 werden künftig jährlich ca. 134.000 kWh, ca. 37 t CO<sub>2</sub> und ca. 14.000 € Energiekosten eingespart. Für das Jahr 2002 kommen nochmals Ersparnisse von ca. 163.000 kWh, ca. 44 t CO<sub>2</sub> und ca. 17.000 € Energiekosten hinzu. Das entspricht zusammen dem Jahresenergieverbrauch von ca. 90 Vier-Personen-Haushalten.

**Energiekosten senken**

### Hohe Sicherheit durch energieeffiziente Technik



Abb. 3.4.2.1 Biedersteiner Tunnel



Abb. 3.4.2.2 Petuertunnel

## 3.4.2 Tunnelbeleuchtungsanlagen

Große Energieeinsparungen sind auch im Bereich der Tunnelbeleuchtung erzielt worden. Grundsätzlich muss eine gute Beleuchtung ein sicheres, zügiges Durchfahren des Tunnels gewährleisten und Personengefährdung bei Störungen weitgehend ausschließen.

Als oberste Devise gilt:

- Hohe Sicherheit für die Benutzerinnen und Benutzer
- Akzeptanz des Straßentunnels bei den Benutzerinnen und Benutzern.

Im Biedersteiner Tunnel wurde die alte Beleuchtungsanlage, ohne Qualitätsverlust, durch eine energiesparendere Anlage ersetzt. Zum Einsatz kamen moderne, geregelte Langfeld- und Gegenstrahlleuchten. Die Leuchtenwahl und -anordnung weist folgende Vorteile auf:

- sehr gute Längs- und Gesamtgleichmäßigkeit der Leuchtdichte
- beste Verkehrs- und Linienführung durch entsprechende Leuchtenanordnung
- keine Stroboskopeffekte
- keine Blendung durch Leuchten.

Nach vier Jahren Dauerbetrieb fiel weder eine Lampe noch ein anderes Gerät der Beleuchtungsanlage aus. Aufgrund der positiven Erfahrungen konnte der Wartungszyklus auf vier Jahre verlängert werden. Der lange Zyklus, die hohe Betriebssicherheit und der hohe Anlagenwirkungsgrad halten die Unterhaltskosten gering.

Durch die Instandsetzung und Modernisierung der Beleuchtungsanlage werden im Vergleich zur Altanlage über 60 % bzw. jährlich 380.000 kWh Energie eingespart. Die Umwelt wird dadurch um etwa 100 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr entlastet; die jährliche Kosteneinsparung beträgt ca. 46.000 €.

Die sehr guten Erfahrungen mit der Beleuchtungsanlage im Biedersteiner Tunnel sind in die Planung der Anlage im Petuertunnel mit eingeflossen. Diese hoch effiziente Beleuchtungstechnik wurde deshalb auch in diesem Tunnel realisiert. Bei den unmittelbar bevorstehenden Neubau- und Modernisierungsmaßnahmen von Straßentunnelanlagen (z.B. Richard-Strauss-Tunnel, Candidtunnel ) findet das Prinzip auch Anwendung.

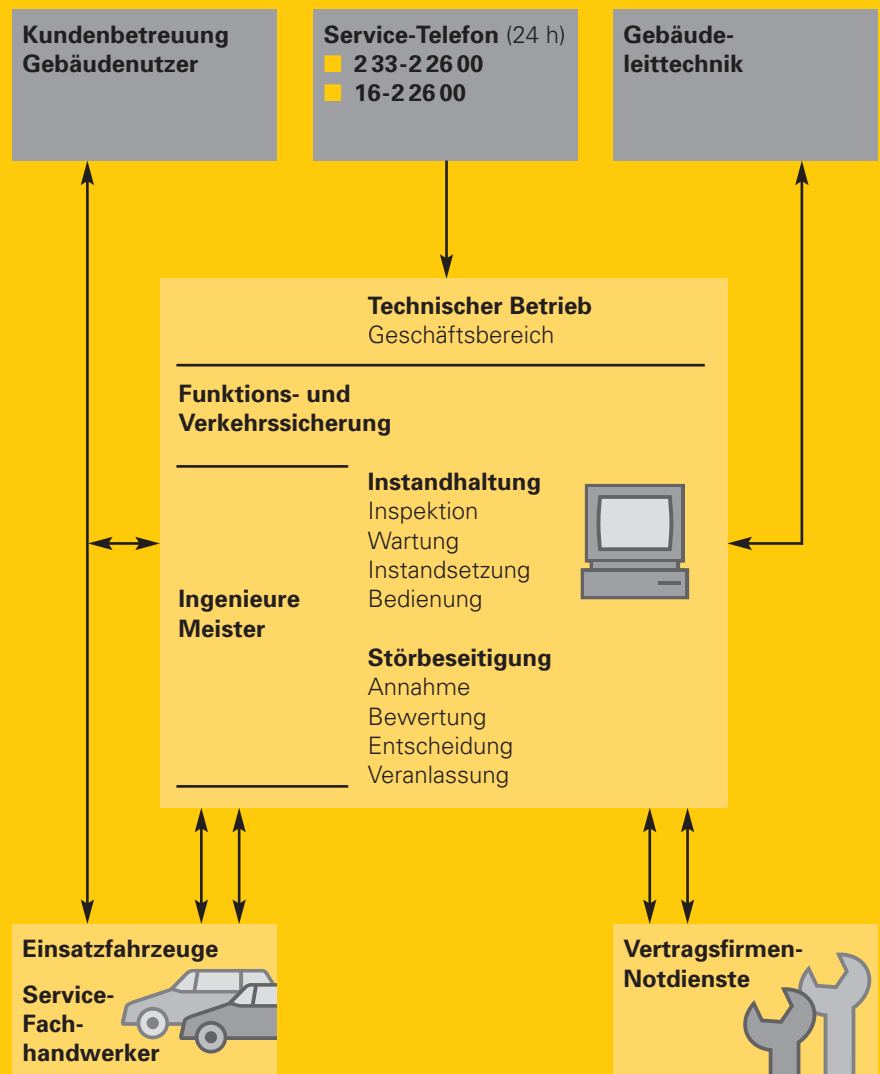
### 3.5 **Niederschlagswasserversickerung – Reduzierung der Niederschlags- wassergebühr**

Ziel der Versickerung ist es, das Regenwasser auf natürliche Art dem Grundwasser wieder unmittelbar zuzuführen und das Kanalnetz und die Klärwerke zu entlasten.

Das Regenwasser wird somit nicht in den städtischen Kanal eingeleitet; dadurch werden Abwassergebühren eingespart. Nur bei einer Grundwassergefährdung, wenn durch sog. Manipulationsflächen (z.B. Tankstellen, Waschplätze) oder durch belastetes Erdreich, das Grundwasser verunreinigt würde, wird Regenwasser direkt in den Kanal eingeleitet. Im Rahmen aller Neu-, Um- und Erweiterungsbauten sowie bei großen Instandsetzungsmaßnahmen an städtischen Grundstücksentwässerungsanlagen wurde dazu beigetragen, das Regenwasser möglichst vollständig zu versickern. In den Jahren 2001 und 2002 wurden 31 Maßnahmen erfasst. Die zusätzliche Einsparung an Abwassergebühren beträgt ca. 31.000 €/a; zugleich wird das Grundwasser jährlich um ca. 41.000 m<sup>3</sup> Niederschlagswasser angereichert. Seit Beginn der Aktion wurden insgesamt 174 Maßnahmen durchgeführt. Gespart werden nunmehr jährlich rd. 1 Mio. €. Die Klärwerke werden um ca. 776.000 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr entlastet, das dem Boden direkt durch Versickerung zugeführt wird.

**Kontinuierliche Entlastung  
des Haushalts**





## 4 **Technischer Betrieb**

4.1 Aktivitäten

4.2 Bedarfsgerechte Optimierung  
von technischen Anlagen



## 4 Technischer Betrieb

### Funktions- und Verkehrssicherung

#### 4.1 Aktivitäten

Um haustechnische Anlagen und Einrichtungen ökologisch und ökonomisch zu betreiben, ist es die Aufgabe des Geschäftsbereiches Funktions- und Verkehrssicherung, vorhandene Technik im Rahmen der Instandhaltung kontinuierlich zu optimieren. Die Leistungen sind im Einzelnen in Abb. 4.1.1 dargestellt.

**Kundenservice: »Wir sind mit uns erst dann zufrieden, wenn Sie mit uns zufrieden sind«.**

Instandhaltung	Rund 2.100 haustechnischen Anlagen durch Fremd- und Eigenpersonal.
Funktions- und Verkehrssicherung	Prüfung und Dokumentation von Ist- und Sollzustand der haustechnischen Anlagen als Basis für die Instandhaltungs- und Haushaltsplanung.
Betriebscontrolling	Überwachen der Anlagentechnik; Unterstützung und Beratung der Kunden in betrieblichen und energetischen Fragen.
Prüfung Feuerungsanlagen	An 1.500 Feuerungsanlagen mit dem Ziel der größtmöglichen Minimierung der Immissionswerte.
Visualisierung	Grafische Darstellung von Anlagenschemata mit der Hinterlegung von z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Störmeldungen</li> <li>■ Grenzwertüber-/unterschreitungen</li> <li>■ aktuellen Messwerten,</li> </ul> als Bestandteil der Gebäudeleittechnik.
Störungsbehebung	Rund 1.700 behobene Störungen (insgesamt für die Jahre 2001 und 2002).

**Abb. 4.1.1** Leistungen

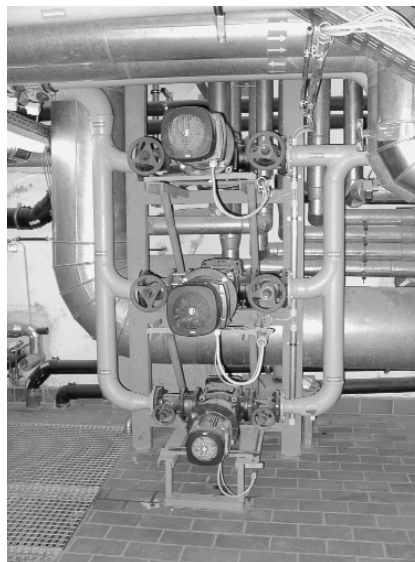
## 4.2 Bedarfsgerechte Optimierung von technischen Anlagen

### 4.2.1 Einbau einer freien Kühlung im Neuen Rathaus

Im Rathaus befinden sich mehrere zentrale Rechnerräume und Sitzungssäle, bei denen der entstehende Wärmeanfall über eine Luftkühlung wieder ausgeglichen werden muss. Für die Erzeugung der Kälte stehen drei elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen mit einer installierten Leistung von insgesamt 240 kW zur Verfügung. Da die zentralen Rechner (Server) das ganze Jahr über betrieben werden müssen – und dies bei einem 24-Stunden-Betrieb täglich – wiesen die Kältemaschinen extrem lange Laufzeiten (= hoher Stromverbrauch) auf.

Zur Verringerung der Kältemaschinenlaufzeit wurde ein System zur so genannten »Freien Kühlung« eingebaut.

»Umweltkälte nutzen«



**Abb 4.2.1.1** Großer Sitzungssaal im Neuen Rathaus

**Abb 4.2.1.2** Kühlwasserpumpen

Für den sicheren Betrieb der Rechneranlagen ist eine konstante Raumtemperatur und -feuchte unbedingt notwendig. Deshalb konnte die Außenluft zur Kühlung nicht direkt zugeführt werden. Über einen zusätzlichen Kühlwasserkreislauf wird daher der Umgebung Kälte entnommen und ins Kältesystem eingespeist. Dies geschieht über einen luftgekühlten Wärmetauscher (Kühlturm), der im Dachraum angeordnet ist. In der kalten Jahreszeit wird das Verfahren der freien Kühlung bereits ab einer Außentemperatur von  $< 10^{\circ}\text{C}$  genutzt. Die Kältemaschinen sind ab dieser Außentemperatur vollständig außer Betrieb. Die Amortisationszeit für diese Maßnahme beträgt ca. acht Jahre.

Zusätzlich wird zur optimalen Energieausnutzung ganzjährig das erwärmte Kühlwasser genutzt, um für die Brauchwarmwassergewinnung  $10^{\circ}\text{C}$  kaltes Wasser auf  $35^{\circ}\text{C}$  vorzuwärmen.

### 4.2.1 Optimierung der Regelungsanlagen im Werner von Siemens Gymnasium

#### Ein Beispiel von vielen

Das städt. Gymnasium an der Quiddestr. 4 besteht aus dem Schulkomplex und der Turnhalle mit einer BGF von 29.450 m<sup>2</sup>.

Das Gebäude wird über Fernwärme beheizt. Die Vorläufe werden außentemperaturabhängig über Analogregler geregelt. Zwei Lüftungsanlagen sorgen für eine permanente Frischluftzufuhr, wobei mit zusätzlichen Einzelraumregelungen die Zuluftmenge der Klassenräume reguliert wird. Die Abluft wird über Dachlüfter bzw. über Überdruckventile an den Oberlichtern abgeführt. Die Fenster sind aufgrund der damaligen Umgebungsverhältnisse (Lärmbelästigung Flughafen Riem) nicht zu öffnen.



**Abb. 4.2.2.1** Ansicht  
Werner von Siemens Gymnasium

Durchgeführte Maßnahmen:

- Reduzierung des Fernwärmeanschlusswertes von 3,7 MW auf 1,9 MW
- Optimierung der Temperaturspreizung von Vor- und Rücklauf
- Kontrolle aller Fühlerwerte, gegebenenfalls Nachjustierung
- Einbau von außentemperaturabhängigen Dralldrosselklappen.

Ergebnis:

- Effizientere Regelung und reibungsloser Betrieb der Wärmeversorgungsanlage auch bei reduzierter Fernwärmeanschlussleistung
- Einsparung von Leistungskosten: rund 45.000 € pro Jahr
- Reduzierung der Verbrauchskosten von ca. 12.000 € pro Jahr.





- 
- A large, stylized number '5' is rendered in a light yellow color, serving as a background graphic for the table of contents. It is positioned on the right side of the page, partially overlapping the text.
- 5 **Finanzierungs- und Investitions-  
programme**
  - 5.1 Heizungssanierungsprogramm
  - 5.2 Sonderprogramm  
»Energiesparen in Schulen«
  - 5.3 Finanzierung des Energiemanagements
  - 5.4 Contracting

## 5 Finanzierungs- und Investitionsprogramme

### 5.1 Heizungssanierungsprogramm

Es wurden Energiesparmaßnahmen im Rahmen des Heizungssanierungsprogramms in Höhe von 9,8 Mio. € finanziert (siehe Kapitel 3.1.2).

### 5.2 Sonderprogramm »Energiesparen in Schulen«

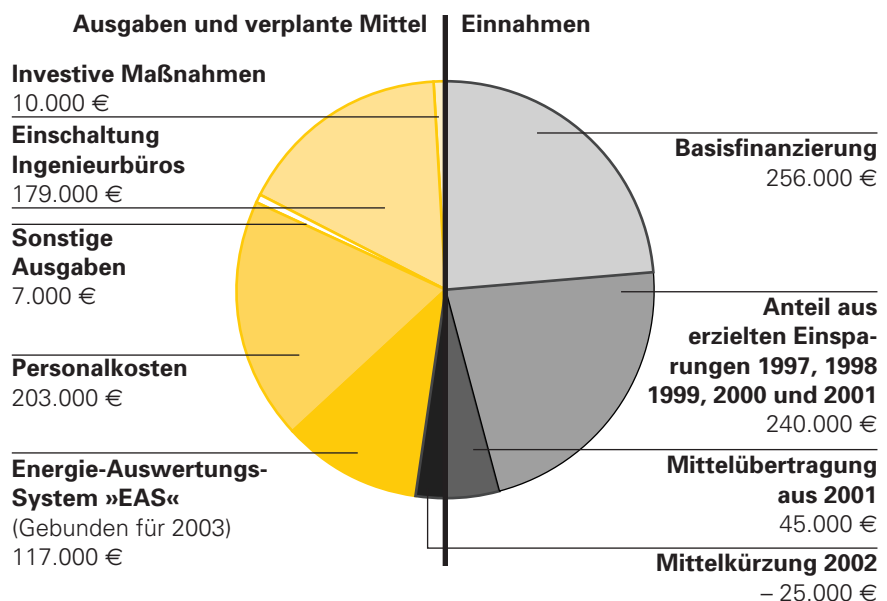
Aus diesem Sonderprogramm mit einem Volumen von 660.000 € werden Energiesparmaßnahmen mit besonders kurzen Amortisationszeiten (durchschnittlich von fünf Jahren) mit einem Investitionsrahmen von bisher 400.000 € ausgeführt. Es wurden schwerpunktmäßig folgende Maßnahmen finanziert:

- Effizientere Beleuchtungsanlagen
- Energiesparende Haartrockner mit Näherungsautomatik
- Blindstromkompensationsanlagen.

### 5.3 Finanzierung des Energiemanagements

Zur Finanzierung der Aktivitäten des Energiemanagements gemäß Kapitel 2 stehen jährlich als Basisfinanzierung 256.000 € fest. Zusätzlich werden 50 % der jährlich erzielten Energiekosteneinsparungen dem Energiemanagement zur Verfügung gestellt. Für das Jahr 2002 ergibt sich ein Betrag von 516.000 €. Die Verwendung der Mittel zeigt Abb. 5.3.1

Abb. 5.3.1 Verwendung der Mittel



## 5.4 Contracting

### 5.4.1 Münchner Intracting Modell

Das »Müncher Intracting Modell« ermöglicht die Finanzierung von besonders wirtschaftlichen Energiesparmaßnahmen. Die Kämmerei finanziert die Maßnahmen und tilgt die Investitionen durch eingesparte Verbrauchskosten. Das Vorhaben bildet damit einen weiteren Baustein zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen und der CO<sub>2</sub>-Reduzierung im Gebäudebestand.

#### ■ Die Maßnahmen

Im Rahmen des Projektes »Energiesparkonzept für 1.000 städtische Gebäude« (siehe Kap. 2.3.4) wurden Einsparmaßnahmen für Wärme, Strom, Wasser dargestellt und die hierfür notwendigen Investitionen und Amortisationszeiten ermittelt. Aus der Vielzahl der Vorschläge wurde ein Maßnahmenpaket mit einer mittleren Amortisationszeit von etwa fünf Jahren, bestehend aus rund 1.187 Einzelmaßnahmen ermittelt. Das Investitionsvolumen beträgt 2,7 Mio. €. Davon profitieren im Besonderen Handwerksbetriebe und mittelständische Betriebe der Versorgungstechnik und der Elektrobranche.

Gruppieren nach Investitionskosten je Maßnahme ergibt sich folgendes Bild:

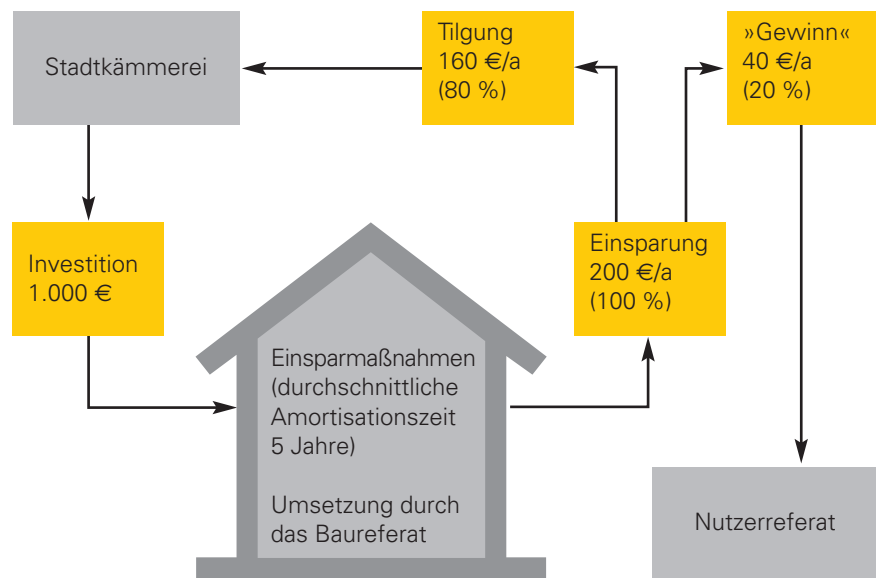
Anzahl [Stck.]	Anteil [%]	Gesamt-Investition [€]	Investition je Maßnahme [€]
775	65,3	220.000	< 1.000
291	24,5	590.000	1.000–5.000
58	4,9	360.000	5.000–10.000
59	5,0	1.280.000	10.000–50.000
4	0,3	250.000	> 50.000
<b>1.187</b>	<b>100</b>	<b>2.700.000</b>	<b>Gesamt</b>

Abb. 5.4.1.1 Maßnahmen

#### ■ Die Finanzierung

Die kalkulierten Kosten der Maßnahmenpakete werden vom Baureferat jeweils zu Beginn eines Jahres an die Kämmerei gemeldet und entsprechend dem Fortschritt der Umsetzung aus dem Mehrjahresinvestitionsprogramm abgerufen.

80 % der jährlichen Verbrauchskosteneinsparungen werden zur Tilgung eingesetzt und 20 % verbleiben als Anreiz für weitere Energiesparmaßnahmen beim jeweiligen Nutzerreferat. Diese werden so bereits im ersten Jahr nach Umsetzung der Maßnahmen anteilig an der Verbrauchskostenreduzierung beteiligt. Nach Abschluss der Tilgungsphase beträgt die jährliche Entlastung des städtischen Haushalts, bezogen auf heutige Energie- und Wasserpreise 540.000 €/a. Das Verfahren wurde in enger Zusammenarbeit mit der Stadtkämmerei entwickelt.



**Abb. 5.4.1.2** Finanztechnischer Ablauf während der Tilgungsphase

#### ■ Die Umsetzung

Viele Einzelmaßnahmen machen eine Umsetzung über einen Zeitraum von ca. 6 Jahren erforderlich. Das Baureferat stellt dazu seit Herbst 2003 in Abstimmung mit den Nutzerreferaten die jährlichen Maßnahmenpakete zusammen und führt anschließend die Maßnahmen durch. Die Tilgungsrate je Nutzerreferat ergibt sich aus der Summe der umgesetzten Maßnahmen.

## 5.4.2 Externes Contracting

Das Referat für Gesundheit und Umwelt hatte 1999 die Münchner Energieagentur GmbH (MEA) für die Konzeptentwicklung und Projektvorbereitung zum Energiespar-Contracting beauftragt. Aus einem Pool von ursprünglich 50 Liegenschaften wurden, nach dem Projektausstieg der SWM GmbH und der Beteiligungsgesellschaften, im März 2002 für die verbleibenden 33 städtischen Liegenschaften die Ergebnisse vorgelegt. Das Projekt »Externes Contracting« wurde damit abgeschlossen.

Das Baureferat wurde vom Stadtrat beauftragt, die von MEA aufgezeigten Einsparpotenziale zu prüfen und analog zum Münchner Intracting Modell (siehe Kap. 5.4.1) mit stadteigenen Ressourcen umzusetzen.

Das Referat für Gesundheit und Umwelt wurde vom Stadtrat beauftragt in Zusammenarbeit mit dem Baureferat die Möglichkeit eines Pilotprojektes »Contracting mit Bürgerbeteiligung« für ein städtisches Schulgebäude zu prüfen.





## 6 **Statistik**

- 6.1 Verbräuche, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Kosten für Strom, Wärme und Wasser 2001 und 2002
- 6.2 Preis-, Verbrauchs- und Kostenentwicklung
- 6.3 Verbrauchsvorgaben
- 6.4 Gesamtübersicht der thermischen Solaranlagen der Landeshauptstadt München
- 6.5 Gesamtübersicht der Photovoltaikanlagen der Landeshauptstadt München

2001	Strom <sup>13)</sup>				Wärme <sup>13)</sup>	
	Verbrauch	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Kosten (brutto)	Kostenveränderung zum Vorjahr	Verbrauch	
	[kWh]	[t]	[€]	[%]	[MWh]	
<b>Referat</b>						
Direktorium	5.650.346	1.543	699.428	2,36	6.056	
Referat für Gesundheit und Umwelt	2.272.483	620	292.273	- 10,69	11.098	
Krankenhäuser (mit Zentralwäscherei)	41.216.072	11.252	3.257.313	3,62	123.967	
Kommunalreferat (mit Großmarkthalle)	23.269.685	6.353	2.689.241	- 15,61	65.774	
Kreisverwaltungsreferat	6.496.697	1.774	868.085	- 5,30	19.408	
Kulturreferat	5.672.867	1.549	769.445	5,37	10.127	
Personal- und Organisationsreferat	10.918	3	1.709	- 27,11	242	
Referat für Arbeit und Wirtschaft	189.035	52	28.212	- 2,53	909	
Referat für Stadtplanung und Bauordnung	665.955	182	101.690	- 15,26	3.955	
Schul- und Kultusreferat	36.852.645	10.061	6.089.734	- 5,38	224.123	
Sozialreferat	7.817.684	2.134	1.152.123	- 13,76	38.949	
Münchener Stadtentwässerung <sup>15)</sup>	39.705.703	10.840	3.229.775	19,31	3.475	
Stadtkämmerei	487.477	133	77.213	- 3,20	3.920	
Baureferat	7.197.129	1.965	1.001.451	- 3,51	21.691	
Baureferat-Straßenbeleuchtung	47.788.703	13.046	5.665.728	- 5,78	-	
<b>Summe 2001</b>	<b>225.293.399</b>	<b>61.505</b>	<b>25.923.420</b>	<b>- 3,09</b>	<b>533.696</b>	

2002	Strom <sup>13)</sup>				Wärme <sup>13)</sup>	
	Verbrauch	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Kosten (brutto)	Kostenveränderung zum Vorjahr	Verbrauch	
	[kWh]	[t]	[€]	[%]	[MWh]	
<b>Referat</b>						
Direktorium	5.877.101	1.604	638.770	- 8,67	6.584	
Referat für Gesundheit und Umwelt	2.648.920	723	290.249	- 0,69	9.831	
Krankenhäuser (mit Zentralwäscherei)	42.111.660	11.496	3.449.550	5,90	112.655	
Kommunalreferat (mit Großmarkthalle)	22.532.118	6.151	2.586.587	- 3,82	62.204	
Kreisverwaltungsreferat	6.437.808	1.758	742.204	- 14,50	20.403	
Kulturreferat	6.387.536	1.744	748.312	- 2,75	10.076	
Personal- und Organisationsreferat	6.396	2	957	- 43,99	312	
Referat für Arbeit und Wirtschaft	188.466	51	28.554	1,21	749	
Referat für Stadtplanung und Bauordnung	685.589	187	82.102	- 19,26	3.748	
Schul- und Kultusreferat	37.389.289	10.207	5.310.213	- 12,80	215.722	
Sozialreferat	8.435.889	2.303	1.148.237	- 0,34	38.963	
Münchener Stadtentwässerung <sup>15)</sup>	37.041.214	10.112	2.995.891	- 7,24	2.642	
Stadtkämmerei	524.775	143	67.708	- 12,31	3.997	
Baureferat	7.359.640	2.009	911.300	- 9,00	23.577	
Baureferat-Straßenbeleuchtung	49.684.280	13.564	5.147.796	- 9,14	-	
<b>Summe 2002</b>	<b>227.310.681</b>	<b>62.056</b>	<b>24.148.431</b>	<b>- 6,85</b>	<b>511.463</b>	

<sup>13)</sup> Für eine stadtweite einheitliche Datenbasis wurden ab 2001 die CO<sub>2</sub>-Kennwerte der RGU-Studie »Möglichkeiten kommunaler CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen« zu Grunde gelegt

<sup>14)</sup> Auch nicht gebäudebezogene Wasserverbräuche (z.B. Friedhöfe, Straßenreinigung) enthalten

<sup>15)</sup> Ohne Prozesswärme

CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	Kosten (brutto) [€]	Kostenveränderung zum Vorjahr [%]	Wasser <sup>14)</sup>			2001
			Verbrauch [m <sup>3</sup> ]	Kosten (brutto) [€]	Kostenveränderung zum Vorjahr [%]	
						<b>Referat</b>
1.070	373.686	12,19	38.055	103.276	2,40	Direktorium
2.226	556.457	27,56	252.934	345.945	40,62	Referat für Gesundheit und Umwelt
23.175	7.105.963	35,54	589.722	1.344.376	11,97	Krankenhäuser (mit Zentralwäscherei)
12.770	3.741.839	31,08	453.493	1.777.421	- 8,94	Kommunalreferat (mit Großmarkthalle)
3.755	1.033.493	23,19	71.335	197.335	- 0,12	Kreisverwaltungsreferat
1.911	603.326	23,01	22.559	71.719	- 33,45	Kulturreferat
42	15.738	25,17	654	1.772	4,98	Personal- und Organisationsreferat
166	52.104	31,83	3.223	9.003	- 15,80	Referat für Arbeit und Wirtschaft
712	238.854	12,63	72.532	193.782	99,62	Referat für Stadtplanung und Bauordnung
43.271	12.109.658	27,16	725.978	1.994.745	- 13,14	Schul- und Kultusreferat
8.088	1.816.375	40,79	350.294	955.006	- 1,35	Sozialreferat
690	177.930	10,87	45.779	122.229	- 38,96	Münchner Stadtentwässerung <sup>15)</sup>
740	224.680	18,33	34.766	96.523	3,38	Stadtkämmerei
4.197	1.185.474	41,79	718.049	1.050.757	9,98	Baureferat
0	-	-	-	-	-	Baureferat-Straßenbeleuchtung
<b>102.813</b>	<b>29.235.577</b>	<b>30,17</b>	<b>3.379.372</b>	<b>8.263.888</b>	<b>- 1,94</b>	<b>Summe 2001</b>

CO <sub>2</sub> -Emissionen [t]	Kosten (brutto) [€]	Kostenveränderung zum Vorjahr [%]	Wasser <sup>14)</sup>			2002
			Verbrauch [m <sup>3</sup> ]	Kosten (brutto) [€]	Kostenveränderung zum Vorjahr [%]	
						<b>Referat</b>
1.191	387.863	3,79	42.964	116.386	12,69	Direktorium
1.960	456.351	- 17,99	334.485	390.538	12,89	Referat für Gesundheit und Umwelt
21.240	6.244.692	- 12,12	563.992	1.581.491	17,64	Krankenhäuser (mit Zentralwäscherei)
11.909	3.486.645	- 6,82	476.525	1.733.983	- 2,44	Kommunalreferat (mit Großmarkthalle)
3.994	1.051.124	1,71	69.646	195.273	- 1,04	Kreisverwaltungsreferat
1.890	602.678	- 0,11	21.328	59.071	- 17,64	Kulturreferat
55	18.405	16,95	652	1.764	-0,45	Personal- und Organisationsreferat
136	43.214	- 17,06	2.802	7.085	- 21,30	Referat für Arbeit und Wirtschaft
675	224.341	- 6,08	47.199	127.027	- 34,45	Referat für Stadtplanung und Bauordnung
41.409	11.589.295	- 4,30	820.533	2.156.908	8,13	Schul- und Kultusreferat
8.041	1.897.061	4,44	390.966	1.047.628	9,70	Sozialreferat
521	133.610	- 24,91	79.693	190.451	55,81	Münchner Stadtentwässerung <sup>15)</sup>
749	228.629	1,76	23.400	65.050	- 32,61	Stadtkämmerei
4.587	1.208.532	1,95	550.339	944.349	- 10,13	Baureferat
0	-	-	-	-	-	Baureferat-Straßenbeleuchtung
<b>98.358</b>	<b>27.572.440</b>	<b>- 5,69</b>	<b>3.424.523</b>	<b>8.617.004</b>	<b>4,27</b>	<b>Summe 2002</b>

**Energiesteuer**

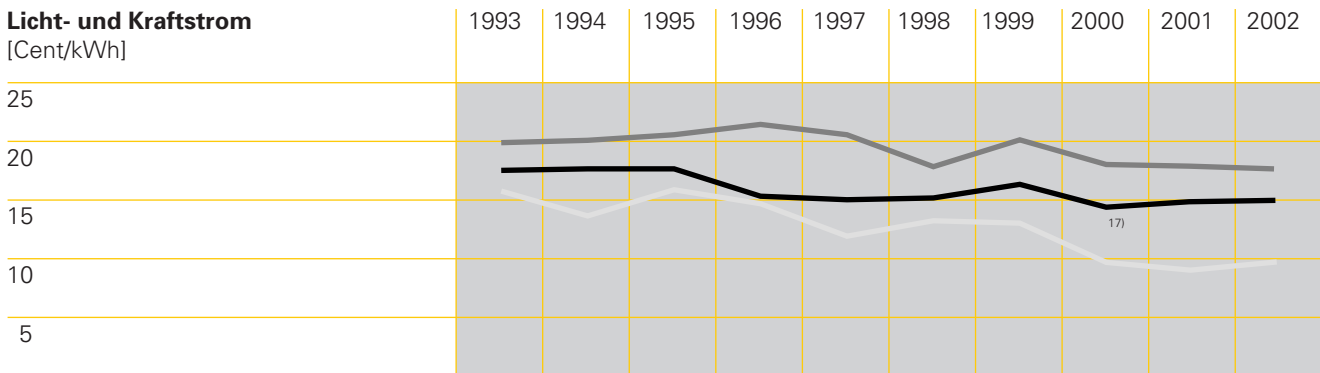
**6.2 Preis-, Verbrauchs- und Kostenentwicklung**  
**6.2.1 Strom**

**■ Preise**

Die Preise für Strom wurden 2001 und 2002 durch verschiedene Veränderungen auf dem Energiemarkt bestimmt. Die zum 01.04.1999 eingeführte Ökosteuer-Strom wurde bis 2002 auf 1,79 Cent/kWh – und die Abgaben gemäß **E**rneuerbarer **E**nergien **G**esetz (EEG) und **K**raft-**W**ärme-**K**opplungs-Gesetz (KWK) auf 0,53 Cent/kWh angehoben. Der Abschluss eines neuen Rahmenvertrags mit der SWM GmbH brachte rückwirkend ab 2000 eine deutliche Reduzierung des Strompreises.

Die Strompreisentwicklung seit 1993 für städtische Gebäude ist in Abb. 6.2.1.1 dargestellt. Dabei wird für eine genormte Abnahmestruktur der Vergleich zu bundesweiten Preisen abgebildet.

Der tatsächliche Mittelpreis über alle städtischen Verbrauchsstellen der LH München ist jedoch deutlich niedriger und beträgt für das Jahr 2002 11 Cent/kWh.



**Abb. 6.2.1.1** Preise für Strom, LH München im bundesweiten Vergleich<sup>16)</sup> gemäß normierter Abnahmestruktur

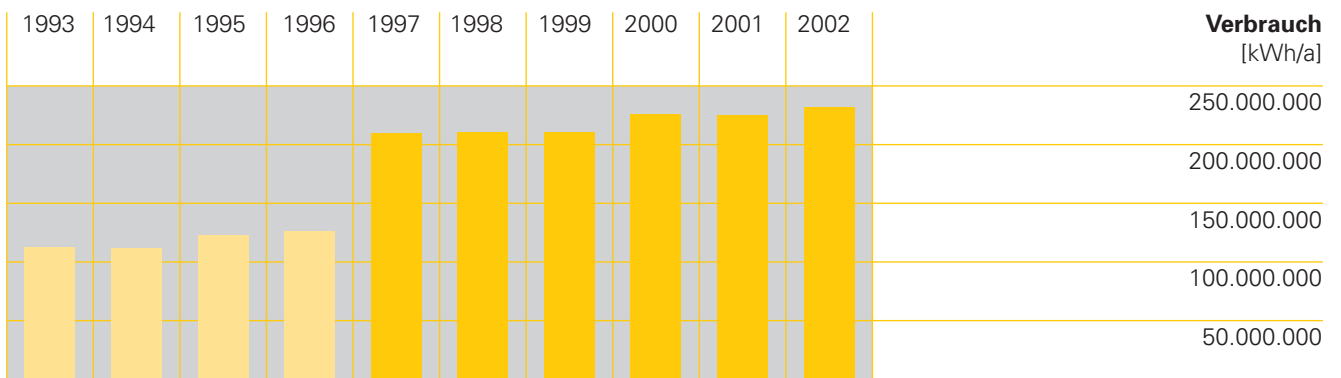
- Höchstwert
- Wert LH München
- Tiefstwert

<sup>16)</sup> Quelle: Kommunaler Energie- und Wasserpreisvergleich 1993 und 2002 – Arbeitskreis »Energieeinsparung« des Deutschen Städtetages, es beteiligten sich bis zu 24 Städte

<sup>17)</sup> Reduktion des Strompreises auf Grund des rückwirkenden Preisnachlasses in Zusammenhang mit dem neu abgeschlossenen Rahmenvertrag wurde in 2000 berücksichtigt.

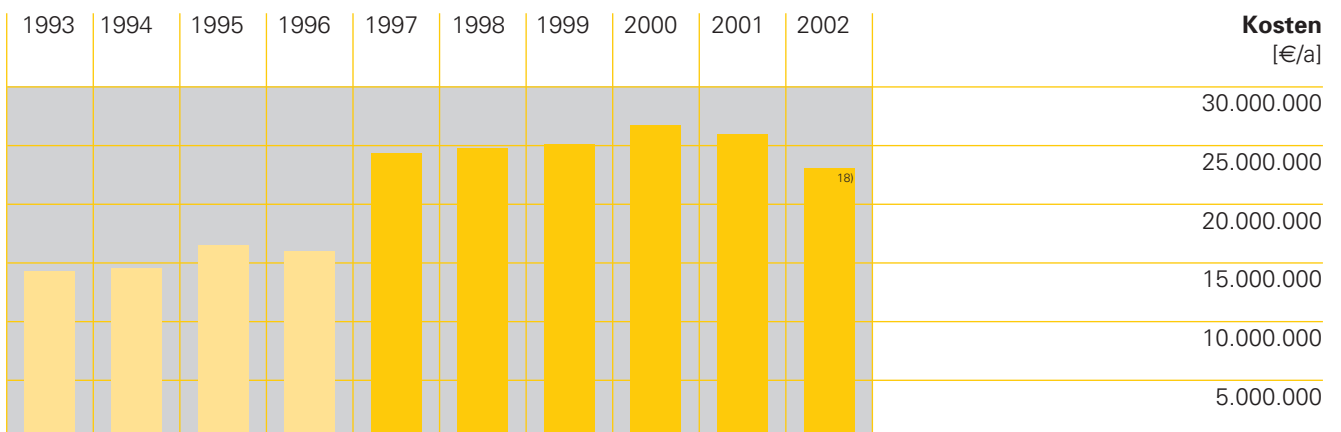
■ **Verbräuche, Kosten**

Die Verbräuche und die Kosten für alle städtischen Gebäude sind in den Abb. 6.2.1.2 und 6.2.1.3 dargestellt. Alle Verbrauchszahlen werden im Tarif- und Sonderkundenbereich sowie Niederspannungs- und Mittelspannungsbezug einzelnen Verbrauchsgruppen zugeordnet und detailliert betrachtet.



- Stromverbräuche in städtischen Gebäuden ohne Straßenbeleuchtung und Münchner Stadtentwässerung (Hochrechnung für die Jahre 1993–1996 auf Basis von ca. 25% erfassten Verbräuchen)
- Stromverbräuche in allen städtischen Gebäuden

**Abb. 6.2.1.2** Stromverbräuche



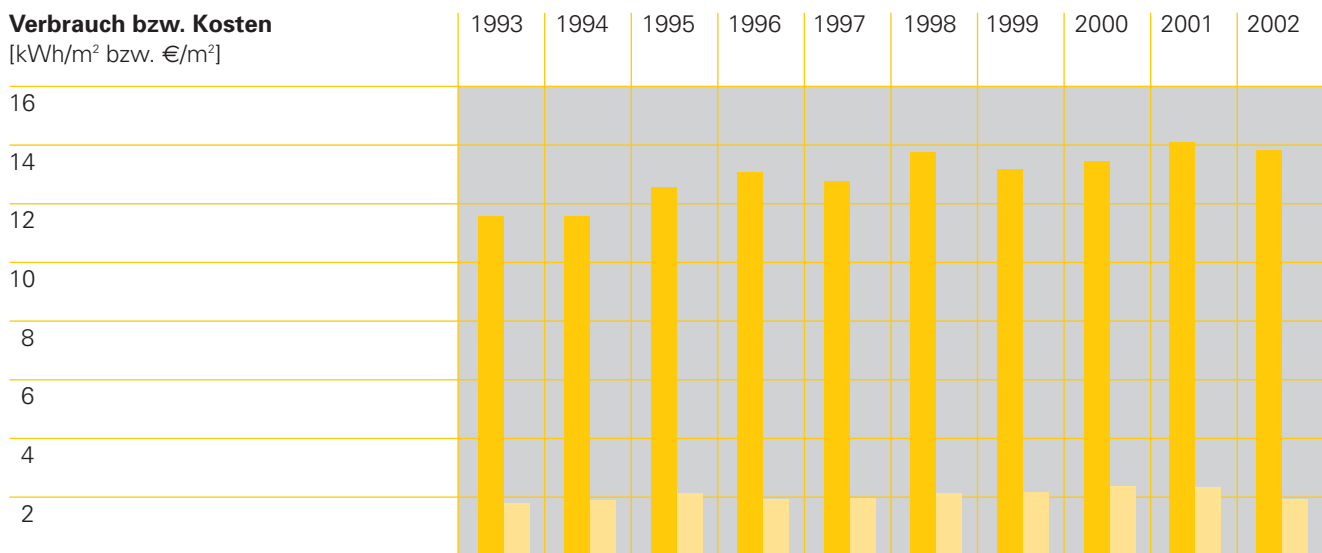
- Kosten €/a von städtischen Gebäuden ohne Straßenbeleuchtung und Münchner Stadtentwässerung (Hochrechnung für die Jahre 1993 - 1996 auf Basis von ca. 25% erfassten Kosten)
- Kosten €/a von allen städtischen Gebäuden

**Abb. 6.2.1.3** Stromkosten

<sup>18)</sup> Trotz leicht steigenden Stromverbrauchs sind die Kosten gesunken. Ursache dafür ist der Abschluss des neuen Rahmenvertrages der rückwirkend im Jahr 2002 zur Auszahlung kam.

■ **Verbrauchskennwerte**

Die Stromverbrauchskennwerte wurden beispielhaft für 195 Schulen fortgeschrieben. Abb. 6.2.1.4 zeigt einen Mittelwert von allen Schultypen für den Verbrauch und die Kosten je m<sup>2</sup> BGF und Jahr in den Jahren 1993 bis 2002. Die Kosten sind im Vergleich zum Jahr 2000 geringfügig gefallen.



**Abb. 6.2.1.4** Spezifische Kennwerte Verbrauch und Kosten

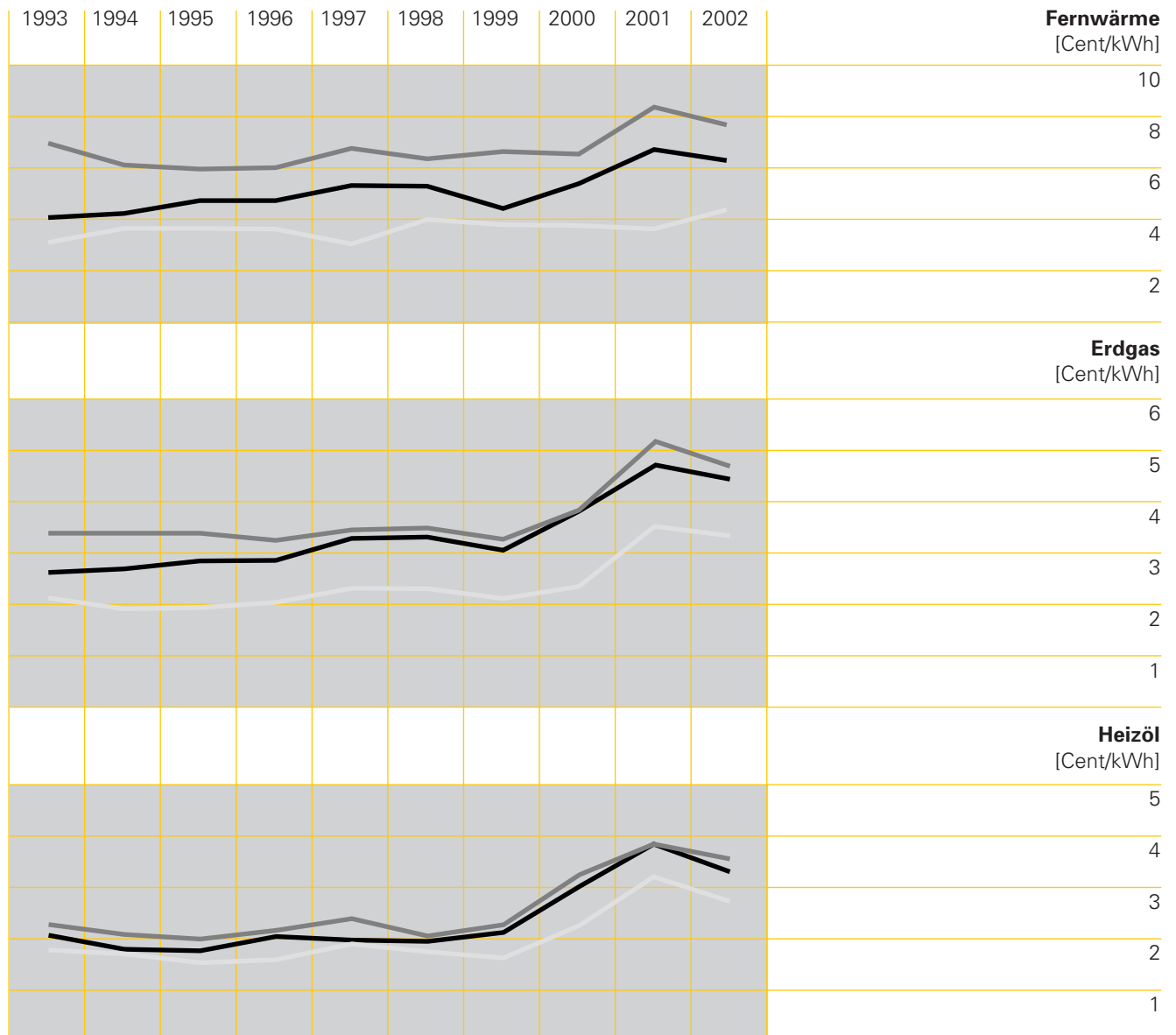
■ Arbeit in kWh/m<sup>2</sup>  
 ■ Kosten in €/m<sup>2</sup>

## 6.2.2 Wärme

### ■ Preise

Abb. 6.2.2.1 zeigt die Entwicklung der Wärmepreise (Fernwärme, Erdgas, Heizöl) im bundesweiten Vergleich. Die Jahre 2001 und 2002 waren bei den Erdgaspreisen für die LH München durch erhebliche Preisschwankungen gekennzeichnet. Maßgeblich verantwortlich hierfür ist nach wie vor die Koppelung von Erdgas- und Fernwärmepreisen an den Heizölpreis sowie die Preispolitik der SWM GmbH.

**Abb. 6.2.2.1** Preise für Wärme, LH München im bundesweiten Vergleich



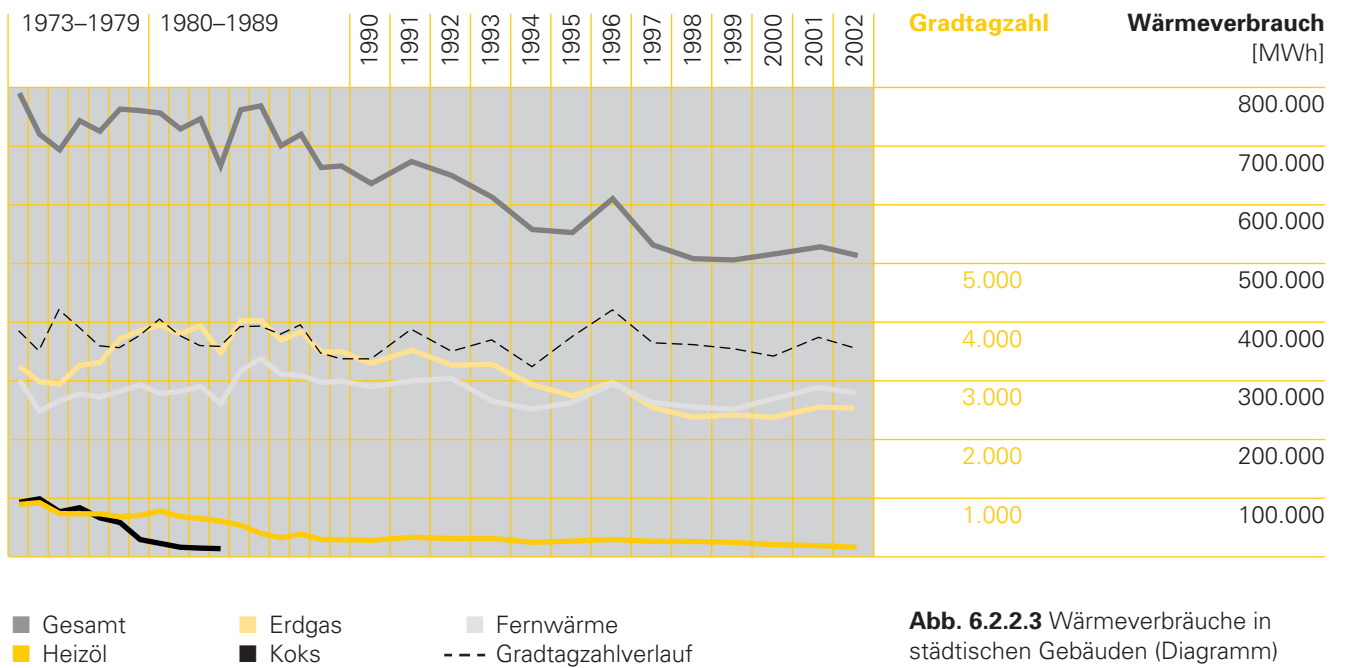
- Höchstwert
- Wert LH München
- Tiefstwert

### ■ Verbräuche, Kosten

Die nach Energiearten aufgeteilte Entwicklung zeigen Abb. 6.2.2.2 und 6.2.2.3. Die starken Schwankungen der jährlichen Wärmeverbräuche resultieren aus dem Witterungsverlauf. Das verdeutlicht die ähnlich verlaufende Jahresgradtagzahl. Bei den Schwankungen der Wärmekosten wirken sich zusätzlich die erheblichen Preisveränderungen aus.

Jahr	Fernwärme		Erdgas		Heizöl		Koks		Gesamt [MWh]
	[MWh]	%	[MWh]	%	[MWh]	%	[MWh]	%	
1973	295.052	37,6	319.208	40,7	83.458	10,6	87.067	11,1	784.785
1974	242.849	34,0	292.587	40,9	86.469	12,1	93.010	13,0	714.915
1975	260.603	37,9	288.787	42,0	67.769	9,8	70.990	10,3	688.149
1976	271.926	36,9	320.505	43,5	67.438	9,1	77.804	10,5	737.673
1977	266.639	37,0	325.164	45,2	67.501	9,4	60.524	8,4	719.828
1978	276.470	36,5	366.050	48,3	62.317	8,2	52.697	7,0	757.534
1979	287.123	38,0	379.718	50,3	64.747	8,6	23.539	3,1	755.127
1980	272.480	36,3	389.197	51,8	72.237	9,6	16.982	2,3	750.896
1981	276.235	38,2	374.493	51,7	62.653	8,7	10.425	1,4	723.806
1982	284.761	38,4	387.975	52,4	59.372	8,0	8.964	1,2	741.072
1983	255.539	38,7	342.335	51,8	55.094	8,3	8.051	1,2	661.019
1984	311.754	41,2	396.784	52,5	47.886	6,3	ab 1984		756.424
1985	332.334	43,5	396.791	52,0	34.000	4,5	wurde Koks		763.125
1986	305.408	43,9	363.335	52,3	26.452	3,8	nicht mehr		695.195
1987	303.218	42,4	378.273	53,0	33.046	4,6	eingesetzt		714.537
1988	291.568	44,3	342.870	52,1	23.547	3,6			657.985
1989	293.553	44,4	343.733	52,1	23.407	3,5			660.693
1990	284.304	45,1	324.044	51,4	22.305	3,5			630.653
1991	294.297	44,0	346.550	51,9	27.363	4,1			668.210
1992	298.164	44,5	320.845	52,1	25.368	3,4			644.377
1993	259.692	42,7	322.333	53,1	25.568	4,2			607.593
1994	245.998	44,5	287.455	52,0	18.815	3,5			552.268
1995	257.436	47,1	268.575	49,1	21.052	3,8	ab 1995 ohne		547.063
1996	289.423	47,8	291.769	48,3	23.671	3,9	Altenheime		604.863
1997	257.167	48,9	248.248	47,2	20.489	3,9			525.904
1998	249.834	49,7	232.338	46,2	20.358	4,1			502.530
1999	245.700	49,1	235.890	47,1	18.825	3,8			500.415
2000	263.614	51,7	231.921	45,4	14.849	2,9			510.384
2001	272.203	51,0	248.528	46,6	12.965	2,4			533.696
2002	261.527	50,7	239.008	47,2	10.928	2,1			511.463

**Abb. 6.2.2.2** Wärmeverbräuche in städtischen Gebäuden (Tabelle)



Jahr	Fernwärme [€]	Erdgas [€]	Heizöl [€]	Koks [€]	Gesamt [€]
1973	4.683.003	2.997.540	450.950	1.072.690	9.204.183
1974	4.063.065	3.040.822	627.164	1.283.416	9.014.467
1975	4.806.217	3.673.818	844.771	1.128.255	10.453.061
1976	5.542.225	4.521.880	880.074	1.701.462	12.645.641
1977	5.685.562	5.097.891	908.072	1.377.198	13.068.723
1978	6.247.366	6.015.010	943.477	1.334.185	14.540.038
1979	6.309.196	6.281.892	1.071.092	618.475	14.280.654
1980	7.066.920	7.591.297	1.633.740	429.111	16.721.068
1981	8.012.683	8.611.497	1.839.424	363.150	18.826.754
1982	9.814.777	10.487.223	1.846.336	311.443	22.459.779
1983	11.218.470	11.857.207	1.746.553	266.823	25.089.053
1984	13.947.126	13.530.402	1.664.236	ab 1984	29.141.764
1985	13.616.096	13.524.429	1.129.955	wurde Koks	28.270.480
1986	12.013.202	10.882.768	603.797	nicht mehr	23.499.767
1987	10.890.362	8.420.643	533.017	eingesetzt	19.844.022
1988	9.525.409	7.067.214	333.426		16.926.049
1989	10.003.822	7.380.102	449.505		17.833.428
1990	10.722.713	7.778.891	538.092		19.039.696
1991	11.781.712	8.984.813	673.998		21.440.522
1992	10.937.065	8.515.513	444.103		19.896.681
1993	10.789.389	8.094.127	541.909		19.425.425
1994	9.973.329	7.345.354	356.325		17.675.009
1995	11.214.863	7.280.684	367.597	ab 1995 ohne	18.863.145
1996	12.536.916	7.887.606	513.114	Altenheime	20.937.636
1997	12.307.882	7.603.554	483.985		20.395.420
1998	12.523.584	7.358.665	413.233		20.295.482
1999	11.772.287	6.502.806	410.117		18.685.210
2000	14.241.753	7.612.250	606.178		22.460.181
2001	17.399.171	11.297.696	538.710		29.235.577
2002	16.460.457	10.709.766	402.217		27.572.440

**Abb. 6.2.2.4** Wärmekosten in städtischen Gebäuden (Tabelle)

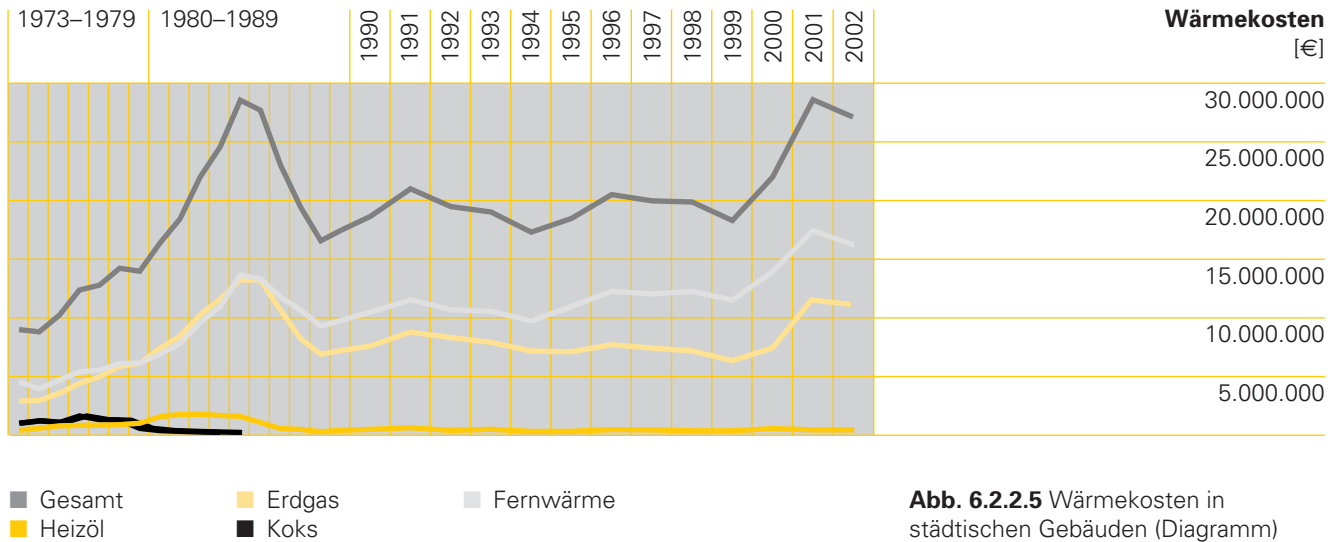
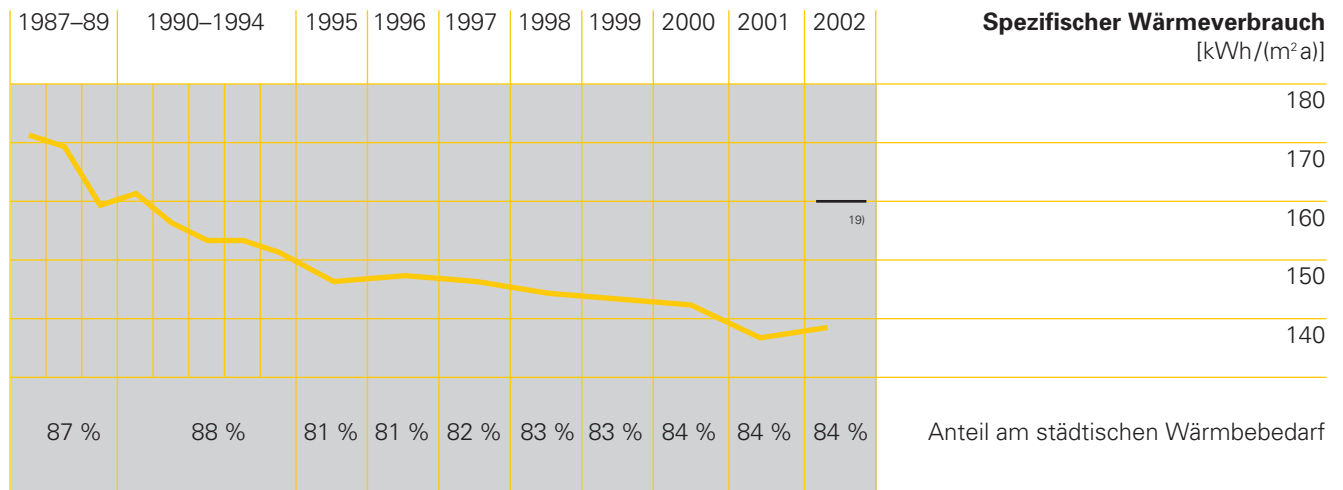


Abb. 6.2.2.5 Wärmekosten in städtischen Gebäuden (Diagramm)

**Verbrauchskennwerte**

Die Kennwerte sind durch den gradtagsbereinigten Verbrauch und die Bezugsfläche der Gebäude definiert. Insgesamt sind 594 Objekte mit einem Anteil von 84 % (ohne Krankenhäuser) am gesamten städtischen Wärmeverbrauch erfasst.



Deutlich ist die Unterschreitung des spezifischen Wärmeverbrauchs der öffentlichen Gebäude der LH München im Vergleich zum bundesweiten Durchschnittswert zu erkennen.

Abb. 6.2.2.6 Mittelwert der Wärmeverbrauchskennwerte (gradtagsbereinigt, bezogen auf BGF)

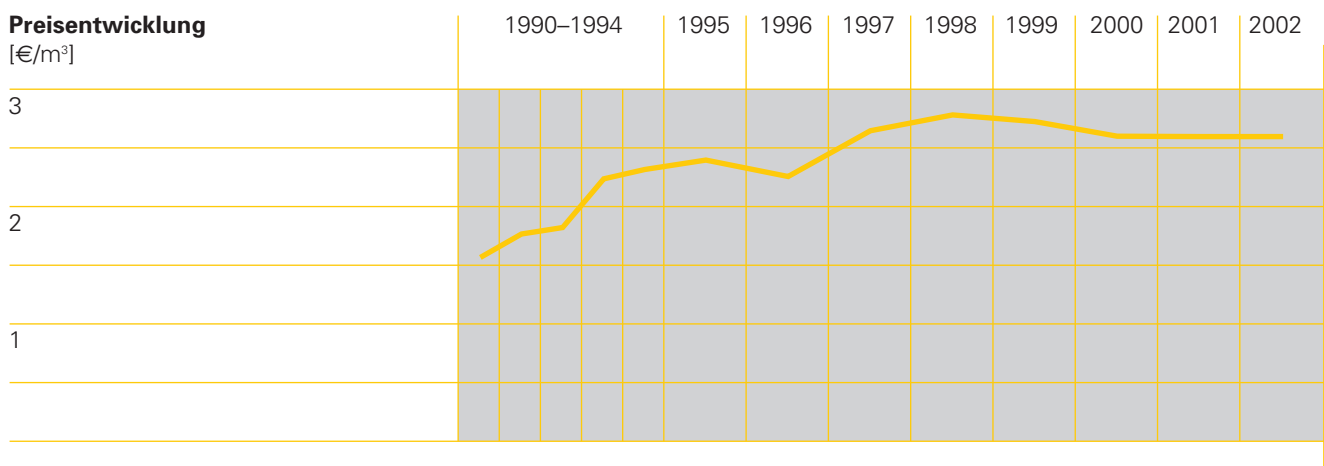
<sup>19)</sup> Bundesweiter Durchschnittswert für vergleichbare öffentliche Gebäude. Für Detailuntersuchungen werden Verbrauchskennwerte ermittelt und den entsprechenden Vergleichszahlen anderer Kommunen gegenübergestellt.

## 6.2.3 Wasser

### ■ Preise

Der aktuelle Preis für Wasser/Abwasser beträgt 2,67 €/m<sup>3</sup>.

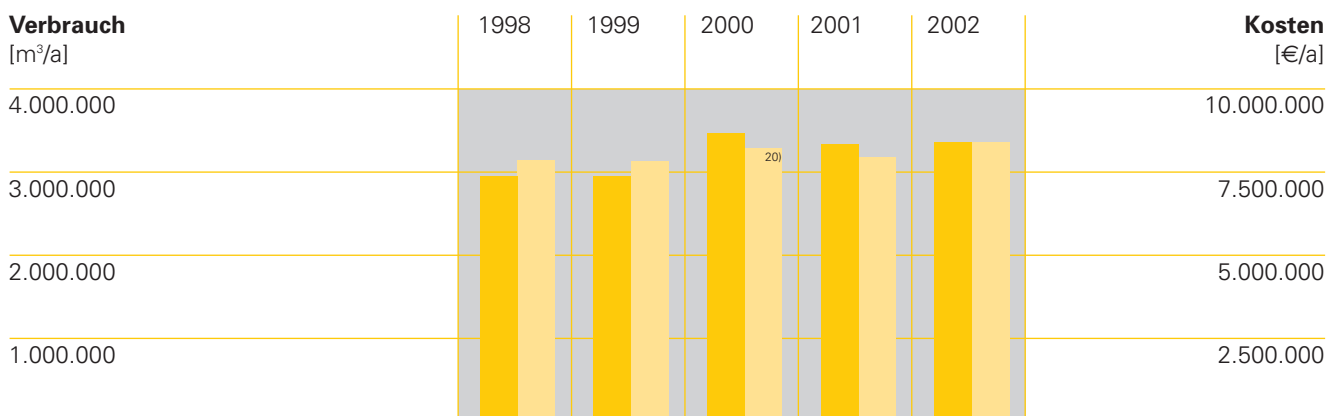
In Abb. 6.2.3.1 ist die Preisentwicklung beginnend ab dem Jahr 1990 aufgeführt.



**Abb. 6.2.3.1** Preise für Wasser (einschl. Abwassergebühren)

### ■ Verbräuche, Kosten

Der Verbrauch für das Jahr 2002 stieg geringfügig gegenüber dem Vorjahr um 1,3 %. Die Kosten für Wasser/Abwasser für das Jahr 2002 betragen 8,6 Mio. €. Abb. 6.2.3.2 verdeutlicht die Verbrauchs- und Kostensituation.



**Abb. 6.2.3.2** Preise für Wasser (einschl. Abwassergebühren)

■ Verbrauch in m<sup>3</sup>/a  
■ Kosten in €/a

Detailliert sind die Verbrauchsdaten im Kapitel Statistik unter 6.1 aufgeführt.

<sup>20)</sup> Ab 2000 sind die Brunnenanlagen erfasst.

### 6.3 Verbrauchsvorgaben

Der »Modalwert« stellt den für eine Gebäudeart bundesweit am häufigsten vorkommende Wert dar. Der »Untere Quartilmittelwert« wird als anzustrebende Zielgröße verwendet. Die Kennwerte wurden in Anlehnung an die ages-Studie von 1999 und der VDI 3807 »Energieverbrauchskennwerte für Gebäude« für das Projekt Energiesparkonzept für 1000 städtische Gebäude (siehe Kap. 2.3.4) entwickelt. Die Kennzahlen für Wärme wurden auf den Standort München umgerechnet.

Gebäudeart	Strom		Wärme		Wasser	
	Unterer Quartilmittelwert (Zielwert)	Modalwert (Mittelwert)	Unterer Quartilmittelwert (Zielwert)	Modalwert (Mittelwert)	Unterer Quartilmittelwert (Zielwert)	Modalwert (Mittelwert)
	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	kWh/m²a	l/m²a	l/m²a
Berufsfeuerwehr	9	37	155	291	337	634
Freiwillige Feuerwehr	6	19	64	149	34	185
Grundschule	6	8	92	142	74	126
Hauptschule	8	15	87	134	78	126
Realschule	7	11	78	132	65	122
<b>Gymnasium</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>77</b>	<b>110</b>	<b>74</b>	<b>121</b>
Berufsschulzentrum	7	11	69	115	70	165
Schule mit Schwimmhalle	14	26	156	253	372	588
Sonstige Schule	11	15	72	134	95	126
Bibliotheksgebäude	6	33	60	103	11	50
Veranstaltungsgebäude	5	35	65	146	38	177
Betreuungseinrichtung	7	23	89	139	96	418
Städtische Unterkunft	15	45	118	246	312	2.477
Jugendzentrum	8	11	103	127	102	207
Kindertagesstätte	8	17	89	185	199	472
Bezirkssportanlage	11	18	154	247	550	1.680
Turn- und Sporthalle	8	17	83	153	88	170
Verwaltungsgebäude	11	14	71	132	78	182
Bauhof	11	18	57	250	81	319
Friedhofsgebäude	5	18	61	158	417	2.806 <sup>21)</sup>
Wohngebäude	10	16	107	146	402	544

Abb. 6.3.1 Verbrauchssollwerte je Gebäudeart

<sup>21)</sup> Inkl. Gießwasser Friedhöfe

Objekt	Straße/Ort	Bauart/Wärmenutzung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Betrieb
<b>Freizeitheim</b>				
1 Freizeitheim <sup>22)</sup>	Burmesterstraße 27	thermischer Flachkollektor zur Fußbodenheizung + TWW-Bereitung	70	1982
<b>Altenheim (Münchenstift GmbH)</b>				
2 Altenheim	Nymphenburger Straße 171	Luftkollektor zur Vorheizung d. Bürgersaals	20	1997
<b>Altenservicezentrum</b>				
3 Altenservicezentrum	Manzostraße 105	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	240	1999
<b>Friedhöfe</b>				
4 Waldfriedhof	Kriegerheimstraße 15	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	10	2001
<b>Bezirkssportanlagen</b>				
5 Bezirkssportanlage <sup>23)</sup>	Agnes-Bernauer-Straße 239	Speicherkollektor zur TWW-Bereitung	16	1996
6 Bezirkssportanlage	Demleitnerstraße 2	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	25	2001
7 Turnhalle	Fischer-von-Erlach-Straße 6	Luftkollektor für die RLT-Anlage (Heizung) mit TWW-Bereitung	180	1989
8 Bezirkssportanlage <sup>24)</sup>	Görzer Straße 55	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	16	1988
9 Bezirkssportanlage	Ludwig-Hunger-Straße 11	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	38	2002
10 Bezirkssportanlage	Meyerbeerstraße 115	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	30	2001
11 Bezirkssportanlage <sup>25)</sup>	Säbener Straße 49	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	24	1988
12 Bezirkssportanlage <sup>26)</sup>	Siegenburger Straße 51	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	18	1988
<b>Feuerwache</b>				
13 Feuerwache 5	Anzinger Straße 41	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	60	1992
14 Feuerwache 6	Bassermannstraße 20	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	89	2002
15 FFW Forstenried	Forstenrieder Allee 177	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	5	2001
16 FFW Riem	Theodor-Kober-Straße 1	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	5	2001
<b>Schulen und Kindertagesstätten</b>				
17 Karlsgymnasium <sup>27)</sup>	Am Stadtpark 21	Luftkollektor für die RLT-Anlage (Heizung) mit TWW-Bereitung	190	1991
18 Grund- und Sondervolksschule <sup>28)</sup>	Gilmstraße 46	Luftkollektor für die RLT-Anlage (Heizung)	162	1991
19 Kindergarten	Jaspersallee 50	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	4	1989
20 Grund- und Hauptschule <sup>29)</sup>	Ridlerstraße 26	Kunststoffabsorbermatten zur Schwimmbadwassererwärmung	306	1993
21 Kindergarten	Waxensteinstraße 57	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	8	2001
22 Grund- und Hauptschule	Schererplatz 6	Luftkollektor für die RLT-Anlage (Heizung) mit TWW-Bereitung	45	1990
23 Schullandheim	Ambach, Seeuferstr. 30 82541 Ambach	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	18	2001
24 Schullandheim	Schwarzenbergalm, 86730 Fischbachau	nicht abgedeckter Kunststoffabsorber zur Schwimmbadwassererwärmung (Freibad)	30	1988

Objekt	Straße/Ort	Bauart/Wärmenutzung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Betrieb
<b>Sonstige Objekte</b>				
25 Kinderkrippe	Dom-Pedro-Platz 1	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	12	1993
26 Gartenstützpunkt	Echardinger Straße 29	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	15	1990
27 Stahlgruberstiftung <sup>26)</sup>	Murnauer Straße 60 (Heckenstallerstraße)	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	92	1997
28 Betriebshof Ost	Truderinger Straße 2 a Amt für Abfallwirtschaft	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	45	2002
29 Campingplatz	Zentralländstraße 49	thermischer Flachkollektor zur TWW-Bereitung	58	1993
		<b>Summe</b>	<b>1.761</b>	

<sup>22)</sup> Ersatz in Verbindung mit Sanierung geplant

<sup>23)</sup> Umbau in Verbindung mit Dachsanierung für 2003 geplant

<sup>24)</sup> 1996 Erneuerung der Kollektoren

<sup>25)</sup> Sanierung in Verbindung mit Dachsanierung für 2003 geplant

<sup>26)</sup> 1997 Erneuerung der Kollektoren

<sup>27)</sup> Pilotprojekt in Verbindung mit Fa. Grammer; gefördert vom BMBF

<sup>28)</sup> Flächen wurden durch Technischen Betrieb aktualisiert

Objekt	Straße/Ort	Bauart	Montage	Leistung	Fläche	Betrieb
				[kW <sub>p</sub> ]	ca. [m <sup>2</sup> ]	
1 Berufsschule für elektrische Anlagen	Bergsonstraße 103	PV-Paneele	Winkelkonstruktion an der Fassade	5,4	46	1995
2 Berufsschule für Fertigungstechnik	Deroystraße 1	PV-Paneele	Bodengestell	1,1	9	1995
3 Fachoberschule Ausbildungsrichtung Technik	Orleanstraße 44	PV-Paneele	Bodengestell an der Fassade, Schrägdach	1,1	9	1996
4 Kindertagesstätte	Ingolstädter Straße 229 (Panzerwiese)	PV-Paneele	Schrägdach	1,1	9	1998
5 Kindertagesstätte	Paul-Ehrlich-Weg 18	PV-Paneele	Schrägdach	1,1	9	1998
6 Grundschule <sup>29</sup>	Gertrud-Bäumer-Straße 19	PV-Paneele	Aufdachmontage Sondergestell	4,6	41	1997/ 2001
7 Grundschule	Großhaderner Straße 50	PV-Paneele	Flachdachgestell	5,0	50	2001
8 Grundschule	Klenzestraße 48	PV-Paneele	geneigtes Ziegeldach	5,0	50	2001
9 Hauptschule <sup>30</sup>	Guardinistraße 60	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1997
10 Hauptschule	Innsbrucker Ring 75	PV-Paneele	Fassadenmontage mit Montagewinkel	1,1	9	1997
11 Hauptschule	Innzeller Weg 4	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1997
12 Hauptschule	Perlacher Straße 116	PV-Paneele	geneigtes Blechdach mit Sondergestell	1,1	9	1997
13 Hauptschule	Reichenaustraße 3	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1997
14 Joseph-von-Fraunhofer-Realschule und Gymnasium Fürstenried West	Engadiner Straße 1	PV-Paneele	Fassadenmontage mit Montagewinkel	1,1	9	1996
15 Ludwig-Thoma-Realschule	Fehwiesenstraße 118	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1997
16 Wilhelm-Busch-Realschule	Krehlebogen 16	PV-Paneele	geneigtes Blechdach mit Sondergestell	1,1	9	1997
17 Thomas-Mann-Gymnasium	Drygalski-Allee 2	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1995
18 Moosacher Gymnasium und Artur-Kutscher-Realschule	Gerastraße 6	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1995
19 Adolf-Weber-Gymnasium	Kapschstraße 4	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1995
20 Wittelsbacher-Gymnasium	Marsplatz 1	PV-Paneele	Sondergestell auf Holzpergola	1,1	9	1997
21 Werner-von-Siemens-Gymnasium	Quiddestraße 4	PV-Paneele	Flachdach	1,1	9	1995
22 Max-Planck-Gymnasium	Weinbergerstraße 29	PV-Paneele	Flachdachgestell	1,1	9	1995
23 Schullandheim	Schwarzenbergalm	PV-Paneele	geneigtes Blechdach mit Sondergestell	1,1	9	1997
24 Feuerwache 7 <sup>29</sup>	Moosacher Straße 28	PV-Paneele	geneigtes Ziegeldach	4,8	39	1993/ 2001
25 Rathaus	Marienplatz	PV-Paneele	geneigtes Ziegeldach	1,0	8	1993
26 Grundschule	Jenaer Straße 3	PV-Paneele	Bodengestell	2,6	24	2001
27 Grundschule	Wiesentfelser Straße 53	PV-Paneele	Flachdachgestell	5,0	45	2001

Objekt	Straße/Ort	Bauart	Montage	Leistung	Fläche	Betrieb
				[kW <sub>p</sub> ]	ca. [m <sup>2</sup> ]	
28 Mehrfamilienhaus	Müllerstraße 30	PV-Paneele	geneigtes Blechdach	1,1	9	2001
29 Albert-Einstein-Gymnasium	Lautererstraße 2	PV-Paneele	geneigtes Blechdach mit Sondergestell	4,0	36	2001
30 Anton-Fingerle-Bildungszentrum (AFBZ)	Münsing	PV-Paneele	geneigtes Ziegeldach	1,1	9	2001
31 Bildungszentrum	Schlierseestraße 47	PV-Paneele	Flachdachgestell	5,0	45	2001
32 Bezirksverwaltungsstelle Pasing (Pasinger Rathaus)	Landsberger Straße 486	PV-Paneele	Flachdachgestell	5,0	45	2002
			<b>Summe</b>	<b>70,5</b>	<b>618</b>	

<sup>29)</sup> 2001 umgerüstet auf NetZRückspeisung

<sup>30)</sup> Erweiterung und Umrüstung auf NetZRückspeisung geplant

## Abkürzungsverzeichnis

<b>ADS-Verfahren</b>	Datenverarbeitungsverfahren »Automatisierte Datenübermittlung von der Stadtwerke München GmbH«
<b>A/V</b>	Wärmeabgebende Hüllfläche ( <b>A</b> ) zu beheiztem Volumen ( <b>V</b> ) [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]
<b>AVB FernwärmeV</b>	Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme
<b>BImSchV</b>	<b>Bundes-Immissionsschutzverordnung</b>
<b>BGF</b>	<b>Bruttogrundfläche</b>
<b>BRI</b>	<b>Bruttorauminhalt</b>
<b>EAS</b>	<b>Energieauswertesystem</b>
<b>EEG</b>	<b>Erneuerbare-Energien-Gesetz</b>
<b>eKSP</b>	<b>erweitertes Klimaschutzprogramm</b>
<b>EnEV</b>	<b>Energieeinsparverordnung</b>
<b>GA-Knoten</b>	<b>Gebäudeautomatisierungs-Knoten</b>
<b>FND</b>	<b>Firmenneutrale Datenübertragung</b>
<b>HSP</b>	<b>Heizungssanierungsprogramm</b>
<b>HWB</b>	<b>Heizwärmebedarf</b>
<b>KWK</b>	<b>Kraft-Wärme-Koppelung</b>
<b>LH München</b>	<b>Landeshauptstadt München</b>
<b>LZH</b>	<b>Leitzentrale Haustechnik</b>
<b>MEA GmbH</b>	<b>Münchner Energie-Agentur GmbH</b>
<b>MEMS</b>	<b>Münchner Energie-Management-System</b>
<b>ÖVK</b>	<b>Örtliches Versorgungskonzept</b> der Landeshauptstadt München
<b>RGU</b>	<b>Referat für Gesundheit und Umwelt</b>

<b>SWM GmbH</b>	<b>Stadtwerke München GmbH</b>
<b>TWW</b>	<b>Trinkwarmwasser</b>
<b>VerwHh</b>	<b>Verwaltungshaushalt</b>
<b>VermHh</b>	<b>Vermögenshaushalt</b>
<b>VOF</b>	<b>Verdingungsordnung für freiberufliche Leistungen</b>
<b>WSVO</b>	<b>Wärmeschutzverordnung</b>

Haben Sie noch Fragen zu dieser Ausgabe, Wünsche oder Anregungen für die nächste Ausgabe des Energiemanagementberichts? Wenn ja, so schreiben Sie bitte direkt an das

**Baureferat  
der Landeshauptstadt München**

Hochbau – Zentrale Aufgaben  
Friedenstraße 40  
81660 München

Telefonnummer  
(0 89) 23 3-6 05 21

Faxnummern  
(0 89) 23 3-6 05 35

## Impressum



### **Herausgeber:**

Landeshauptstadt München  
Baureferat

### **Konzept:**

Hochbau Zentrale Aufgaben

### **Redaktion:**

Hans Negele  
Robert Burkhard  
Corina Schott

mit ehrenamtlicher Unterstützung  
von Klaus Regnet

mit Beiträgen  
von der Abteilung Hochbau:  
Technisches Gebäudemanagement (H9)  
Haustechnik (H7)

und der Abteilung Tiefbau:  
Straßenbeleuchtung  
und Verkehrsleittechnik

### **Stand:**

Verbrauchsdatenerfassung:  
Dezember 2003

Redaktion:  
September 2004

### **Gestaltung:**

Anton Stürzer Design, München

### **Druckerei:**

Weber Offset, München

Gedruckt auf Umweltschutzpapier

In der Reihe »Energieberichte«  
erschieden bereits Ausgaben  
für die Jahre 1973–1983, 1984–1992,  
1993–1994, 1995–1996 sowie die  
»Energiemanagementberichte« für die  
Jahre 1997–1998, 1999, 2000  
sowie »Energiemanagementbericht-  
Kurzfassung« für das Jahr 2001.

