

---

# Energiebericht 2004

---

Herausgeber:  
Stadtverwaltung Ludwigshafen  
Bereich Gebäudemanagement  
Gruppe Technik  
Rathausplatz 20  
67059 Ludwigshafen am Rhein

Verfasser:  
Dipl.-Ing. (FH) Klaus-Dieter Schleißinger  
Team Energiecontrolling  
Tel: 06 21 / 504 - 4654  
Fax:: 06 21 / 504 - 4606

In Zusammenarbeit mit den Bereichen Umwelt  
und Tiefbau (Öffentliche Beleuchtung)

November 2005

---

## Vorwort

"Die Steigerung der Energieeffizienz ist wesentlicher Bestandteil der politischen Strategien und Maßnahmen, die zur Erfüllung der im Rahmen des Kyoto-Protokolls eingegangenen Verpflichtungen erforderlich sind, und sollte in jedes politische Konzept zur Erfüllung weiterer Verpflichtungen einbezogen werden." (Auszug aus dem Kyoto-Protokoll.)

Die Erkenntnis, welche entscheidende Rolle die Energieeffizienz beim Klimaschutz spielt, war bereits beim **Tag der Umwelt 2000** (Thema Klima) spätestens aber beim **7. rheinland-pfälzischen Energie-Symposium**, das 2002 in Ludwigshafen stattfand, im Bewusstsein der verschiedenen Akteure in Ludwigshafen fest verankert.

Nach dem Motto **Global denken, lokal Handeln** versucht die Stadt Ludwigshafen auf ganz unterschiedlichen Wegen und aus unterschiedlichen Ansätzen heraus dafür aktiv zu werden.

Die Stadtverwaltung - als **Mitglied im Klimabündnis** - , die stadteigene Wohnungsbaugesellschaft **GAG** und der ortsansässige Energieversorger **TWL** arbeiten seit Jahren in den verschiedensten Bereichen daran Energie einzusparen, dadurch einen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und ihre Vorbildfunktion zu erfüllen. Auch hat die **EnergieEffizienzAgentur Rhein-Neckar** seit 2001 in Ludwigshafen ihren Sitz.

In unserer Stadt gibt es außerdem immer mehr **Firmen**, die aufzeigen, welches Potential in Energiesparmaßnahmen und z.B. in verbesserter Dämmung oder auch dem Einsatz von Solartechnik steckt: Im Handwerk entstehen so neue **Arbeitsplätze**. In Ludwigshafener Großwohnanlagen werden diese neuen Technologien mit großem Erfolg eingesetzt. Als Richtungsweisend ist zum Beispiel das **Drei-Liter-Haus der LUWOGÉ** zu nennen.

Das in 2002 gestartete Projekt **Contracting-34-Schulen** mit den TWL trägt durch den Einsatz von effizienter Wärmetechnik, dem verstärkten Einsatz CO<sub>2</sub> armer Energieträger und der Kraft-Wärme-Kopplung maßgeblich zur CO<sub>2</sub>-Einsparung bei. So laufen in den Schulen mittlerweile acht BHKW's. Das Contracting beinhaltet das **Klimaschutzprojekt Energiesparen an Schulen**. Die Nutzer sollen dabei für die Problematik der Ressourcenschonung sensibilisiert und das Nutzerverhalten von Lehren und insbesondere der Kinder und Jugendlichen positiv beeinflusst werden. Detaillierte Informationen finden sich in dem jährlichen Energiebericht Contracting 34 Schulen der TWL.

**Nachhaltige Bewusstseinsarbeit** leistet auch der **Bereich Umwelt** mit Fachinformationen, Energiespartipps, und Anregungen über Fördermöglichkeiten für energieeffizientes Bauen. Hier können sich auch Schulen und Kindergärten umweltpädagogisches Material für den Unterricht ausleihen (z.B. Energiefahrrad, Solarbausätze...).

Die Überwachung des effizienten Umgangs mit den Ressourcen und damit die Reduzierung der Emissionen aus städtischen Liegenschaften - und davon handelt der vorliegende Bericht - ist eine Hauptaufgabe des **Energiemanagement der Stadtverwaltung Ludwigshafen**.

Vor dem Hintergrund der dramatischen Haushaltslagen der Kommunen und den stetig steigenden Energiekosten ist ein effizientes Energiemanagement in der kommunalen Verwaltung ein unverzichtbares Werkzeug geworden. Kostensenkung durch Energieeinsparung ist ohne Zweifel ein wirksamer Ansatzpunkt zur Verbesserung der Kostenbilanz und somit Bewahrung der Handlungsfähigkeit. Energetische Modernisierung bedeutet darüber hinaus einen Beitrag zur Werterhaltung des kommunalen Immobilienvermögens.

Folgerichtig wurde mit **Gründung des Gebäudemanagements im Jahr 2002** erstmals das Energiemanagement als Daueraufgabe der Verwaltung implementiert.

Als eine der Hauptaufgaben des Gebäudemanagement stand und steht mit erster Priorität die umfassende **Bestandsaufnahme sämtlicher Liegenschaften**. Dies betrifft gerade auch den Bereich Energie, denn ohne eine verlässliche Datenbasis lässt sich kein effektives Energiemanagement betreiben. Es soll an dieser Stelle nicht verschwiegen werden, dass es auch zukünftig noch viel zu tun gibt. Es gilt die aufgenommenen Daten kontinuierlich fortzuschreiben und zu pflegen. Hierbei können noch einige Prozesse innerhalb des Gebäudemanagement, aber auch mit externen Partnern optimiert werden.

Der nunmehr nach mehrjähriger Pause erstmals wieder vorgelegte Energiebericht knüpft nicht an den letzten Bericht von 1999 an, sondern versteht sich als Teildokumentation der Tätigkeit des Teams Energiecontrolling innerhalb der neuen Verwaltungseinheit Gebäudemanagement.

So liegt das Hauptaugenmerk in diesem Bericht auf der Darstellung statistisch aufbereiteter energierelevanter Daten, wie **Verbrauchs- und Kostenentwicklung der Jahre 2000 bis 2004**.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Dokumentation der in 2004 durchgeführten Untersuchung der Objektgruppe **Kindertagesstätten**. Diese Gruppe war die erste, dessen Flächen nun komplett erfasst sind. So ist es erstmalig möglich, flächenbezogenen Energiekennwerte zu ermitteln, mit bundesweit erhobenen Kennwerten dieser Objektgruppe zu vergleichen sowie eigene Richt- und Zielwerte zu definieren.

Daneben wird beispielhaft über einzelne Projekte berichtet, die zur Steigerung der Energieeffizienz und/oder zur Energiekostensenkung führten.

Ludwigshafen am Rhein, November 2005

Ernst Merkel

Beigeordneter  
Bau, Umwelt und Verkehr, Wirtschaftsbetriebe

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2000 - 2004.....</b>	<b>6</b>
2.1	Strom.....	7
2.1.1	Allgemeinstrom.....	7
2.1.2	Straßenbeleuchtung.....	8
2.2	Wärme.....	10
2.2.1	Wärmepreise.....	10
2.2.2	Wärmeverbrauchs- und Kostenentwicklung.....	12
2.2.3	Gesamtentwicklung Wärmeverbrauch.....	13
2.3	Fernkälte.....	15
2.3.1	Fernkältepreis.....	15
2.3.2	Fernkälteverbrauchs- und Kostenentwicklung.....	16
2.4	Wasser.....	17
2.4.1	Wasserpreisentwicklung.....	17
2.4.2	Wasserverbrauchs- und Kostenentwicklung.....	18
2.5	Gesamtbetrachtung Energie und Wasser.....	19
2.5.1	Gesamtkostenentwicklung.....	19
2.5.2	CO <sub>2</sub> -Emissionen.....	20
<b>3</b>	<b>Verbrauch und Kosten für das Berichtsjahr 2004.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Energieanalysen für einzelne Objekte und Objektgruppen.....</b>	<b>24</b>
4.1	Öffentliche Beleuchtung.....	24
4.1.1	Straßenbeleuchtung (1997-2004).....	24
4.1.2	Beschilderung.....	26
4.1.3	Signalanlagen.....	26
4.2	Kindertagesstätten (KTS).....	27
4.2.1	Wärme.....	29
4.2.2	Strom.....	33
4.2.3	Wasser.....	36
4.3	Contracting 34 Schulen.....	37
<b>5</b>	<b>Beispiele für Maßnahmen zur Energieoptimierung.....</b>	<b>40</b>
5.1	Generalsanierung Bezirkssportanlage Gartenstadt.....	40
5.2	Einsatz wasserloser Urinale.....	42
5.3	Teilsanierung Beleuchtungsanlage Großraum Rathaus.....	43
5.4	Optimierung Treppenhausbeleuchtung Stadthaus Bismarckstraße.....	43
5.5	Einsatz elektronisch geregelter Heizungsumwälzpumpen.....	44
<b>6</b>	<b>Nutzung von Solarenergie.....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>47</b>

# 1 Einleitung

Dieser Bericht behandelt ausschließlich Objekte im Zuständigkeitsbereich des Gebäudemanagements, sowie der Straßenbeleuchtung.

In Kapitel 2 wird die Entwicklung von Energie- und Wasserverbrauch und -kosten der letzten fünf Jahre beschrieben. In Kapitel 3 wird der Ist-Zustand im Berichtsjahr 2004 dargestellt. Ab Kapitel 4 wird über die Tätigkeit des Teams Energiecontrolling berichtet sowie Ergebnisse von Analysen und Optimierungsmaßnahmen einzelner Objektgruppen und Projekten dargestellt. Das Kapitel erhebt keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit; vielmehr soll anhand von Beispielen verdeutlicht werden, welche Einsparpotentiale öffentliche Liegenschaften bergen.

Seit Gründung des Gebäudemanagement war die Tätigkeit des Teams Energiecontrolling im Wesentlichen geprägt von:

- Analyse der Verbrauchs- und Tarifstruktur der Stromlieferung und Verhandlungen über die Neugestaltung des Rahmenvertrags zur Stromlieferung.
- Prüfung von Energieabrechnungen auf vertragskonforme Abrechnung und ggf. Korrektur, insbesondere bei Objekten mit Sondervereinbarungen zur Energielieferung.
- Controlling und Begleitung des Energiebewirtschaftungsvertrages Contracting 34 Schulen, eingeschlossen Berechnungen zur Verbrauchsenkung durch Maßnahmen der Stadt.
- Entwicklung eines Energiedatenblattes im Vorgriff auf den ab 2006 verbindlich vorgeschriebenen Energiepass, Ermitteln von flächenbezogenen Energiekennwerten.
- Detaillierte Untersuchung der Energieverbrauchs- und Kostensituation aller Kindertagesstätten und daraus resultierend Einleitung von Optimierungsmaßnahmen.
- Erstellung und Analyse der Versorgungs- und Kostensituation sämtlicher Fernwärmeversorgter Liegenschaften (hier nicht Gegenstand des Berichtes).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Verbrauchswerte der zu betreuenden Objekte insgesamt eine fallende Tendenz aufweisen. Auch die Gesamtaufwendungen für Energie und Wasser konnten trotz stetig steigender Energiepreise gesenkt werden.

Wesentlichen Anteil an dieser Kostensenkung hatten die Aktivitäten zur Neugestaltung der Rahmenvereinbarung über die Stromlieferung mit der TWL. Allein hier konnten im Jahr 2004 die Gesamtaufwendungen für Strom inklusive Konzessionsabgabe um rund 320 T Euro (Bereich Gebäudemanagement) gegenüber 2002 gesenkt werden. Es ist aber damit zu rechnen, dass die für 2004 erzielten Einsparungen, nicht zuletzt aufgrund der allgemein zu beobachten starken Energiepreiserhöhungen im Jahr 2005, wieder kompensiert werden.

## 2 Verbrauchs- und Kostenentwicklung 2000 - 2004

Die Lieferung leitungsgebundener Energie und Wasser für die Liegenschaften der Stadt Ludwigshafen erfolgt bis auf wenige Ausnahmen durch die Technischen Werke Ludwigshafen AG (TWL).

Es handelt sich um die Energiearten Strom, Erdgas, Fernwärme sowie Fernkälte, wobei Fernkälte nur für das Wilhelm-Hack-Museum bezogen wird. Hier besteht ein Kälte-liefervertrag mit den TWL, in dem neben der Kältelieferung auch die Betriebsführung und Instandhaltung der Klimaanlage geregelt ist.

Die Versorgung mit Heizöl erfolgt über verschiedene Brennstoffhändler der Region.

Der Bezug von Flüssiggas ist, bezogen auf die Gesamtabnahmemenge in Ludwigshafen, vernachlässigbar gering.

Die Nutzung von regenerativen Energiequellen erfolgt in Ludwigshafen in erster Linie über thermische Solaranlagen zu Warmwasserbereitung und wenn auch in weitaus geringerem Umfang durch Photovoltaik-Anlagen.

Betrachtet wird die Verbrauchs- und Kostenentwicklung für alle Objekte, dessen Energiekosten über das kaufmännische Gebäudemanagement abgewickelt werden, sowie der Straßenbeleuchtung.

Die genannten Preise basieren, wenn nicht anders erwähnt, auf den Daten des kaufmännischen Gebäudemanagement, der zuständigen Stelle für den zentralen Energie- und Wassereinkauf. Alle Preise verstehen sich als Brutto-Preise inkl. sämtlicher Abgaben und Steuern.

Erfasst werden die Verbrauchsmengen und Zahlungen jeweils eines Haushaltsjahres. Diese "kaufmännischen Werte" sind nicht unbedingt identisch mit den z.B. für die Energieoptimierung aufbereitete Verbrauchsmengen und Kosten eines Kalenderjahres. Bei vergleichenden Betrachtungen, Analysen und Beurteilung einzelner Abnahmestellen kommen die witterungsbereinigten Jahresverbräuche der Kalenderjahre sowie die aus den angewendeten Tarifen resultierenden Jahreskosten und Preise zum Ansatz.

## 2.1 Strom

Bei den Konditionen für die Stromlieferung wird unterschieden zwischen der Abnahme für öffentliche Gebäude und Objekte, nachfolgend Allgemeinstrom genannt, und der Straßenbeleuchtung.

Die Bezugskonditionen der TWL für Strom blieben seit 1999 bis einschließlich 2003 aufgrund einer in 1999 abgeschlossenen Rahmenvereinbarung unverändert. Die Preiserhöhung in diesem Zeitraum resultiert aus den zunehmenden staatlichen Abgaben und Energiesteuern (Erneuerbare-Energie-Gesetz EEG, Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz KWKG und Stromsteuer (Öko-Steuer).

Von Preissenkungen wie sie vielerorts seit der Liberalisierung des Strommarktes ab 1998 verzeichnet werden konnten, profitierte die Stadt aufgrund der Festschreibung der Preise im oben genannten Rahmenvertrag nicht.

### 2.1.1 Allgemeinstrom

Nachfolgendes Bild zeigt die Entwicklung des Brutto-Jahresdurchschnittspreises. Dieser Preis ist ein Mischpreis über die unterschiedlichsten Abnahmestellen mit einer Vielzahl von angewendeten Tarifen (von mittelspannungsseitig versorgten Großabnehmern mit eigener Trafostation bis hin zum Notwasserbrunnen). Die Preise von 1998 bis 2001 wurden rechnerisch aus den spezifischen Kosten des Jahres 2002 unter Berücksichtigung der dort geltenden Steuern und Abgaben ermittelt.

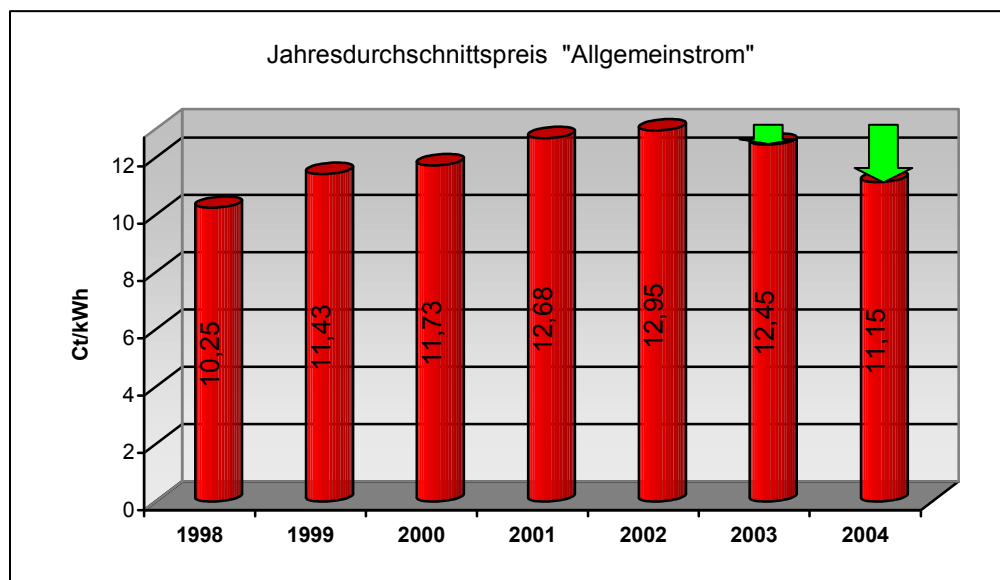


Bild 1: Strompreisentwicklung öffentlicher Liegenschaften 1998-2004

Ab dem Jahr 2003 ist erstmals wieder eine Preissenkung zu verzeichnen. Diese resultiert aus der erstmals vorgenommenen systematischen Analyse der Tarif- und Verbrauchsstrukturen sämtlicher Stromabnahmestellen und der daraufhin vorgenommenen Tarifo-optimierungen.

So wurde z. B. bei einer Vielzahl von Abnahmestellen mit Sondervertrag innerhalb des damals noch bestehenden Tarifgefüges der Abrechnungstarif gewechselt und/oder die Bereitstellungsleistung gesenkt.

In 2004 macht sich die mit der neuen Tarifierung einhergehende Preissenkung noch deutlicher bemerkbar. Darüber hinaus konnte die Anzahl der angewendeten Abrechnungstarife deutlich reduziert werden, was letztendlich auch zur Vereinfachung des Controlling führt.

Die Verbrauchs- und Kostenentwicklung wird aus folgendem Bild deutlich:

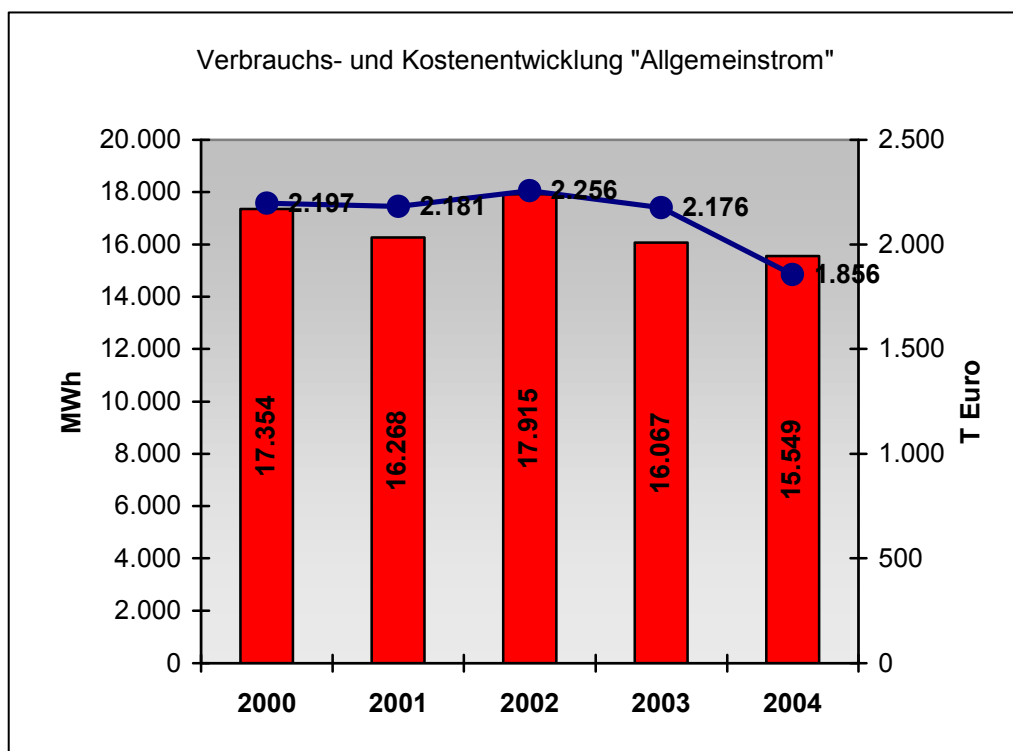


Bild 2: Verbrauchs- und Kostenentwicklung "Allgemeinstrom"

Außerdem weist der Stromverbrauch ab 2002 eine fallende Tendenz auf. Dies liegt zum einen daran, dass ab 2003 einige Objekte verkauft wurden, zum andern machen sich hier Optimierungen der Verbrauchswerte bemerkbar.

### 2.1.2 Straßenbeleuchtung

Der Strompreis für die Straßenbeleuchtung liegt aufgrund der speziellen Tarif- und Verbrauchsstruktur (ein einzelner Sondervertrag für alle Abnahmestellen, hoher Nachtstromanteil, hohe und gleichmäßige Ausnutzung des Leistungsbedarfs) deutlich unter den Preisen für die übrigen Abnahmestellen der Stadterwaltung.



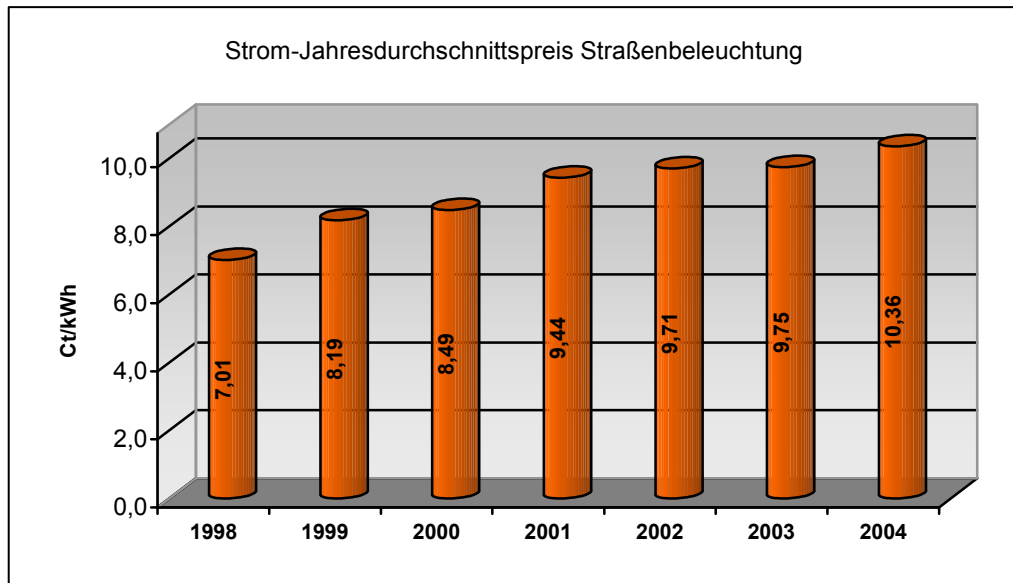


Bild 3: Strompreisentwicklung Straßenbeleuchtung 1998-2004

Es zeigt sich eine stetige Steigerung des Durchschnittspreises. Aufgrund der bereits in der Vergangenheit bestandenen günstigen Konditionen für die Straßenbeleuchtung konnten hier, im Gegensatz zum Allgemeinstrom, keine Optimierungen bzgl. Tarif und Preissenkung erzielt werden.

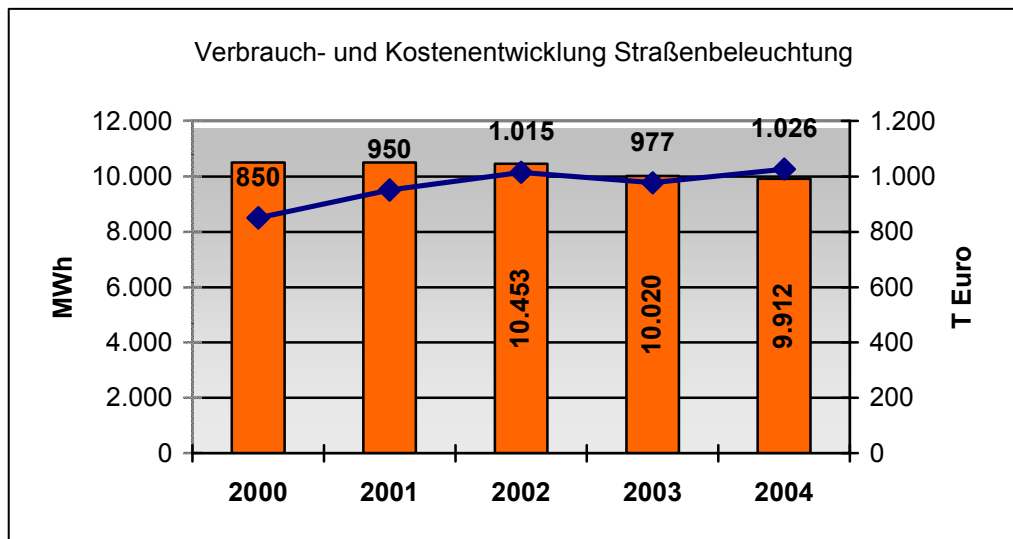


Bild 4: Verbrauchs- und Kostenentwicklung Straßenbeleuchtung

Die Verbrauchswerte für die Straßenbeleuchtung konnten, trotz stetiger Zunahme der Beleuchtungspunkte gesenkt werden. Durch den konsequenten Ausbau wirtschaftlicher Technologie in diesem Bereich konnten die Gesamtkosten dennoch weitgehend konstant gehalten werden.

Das Thema "Öffentliche Beleuchtung" wird im Verlauf des Berichtes nochmals näher behandelt.

## 2.2 Wärme

Bei der Wärmebereitstellung ist zu unterscheiden zwischen den Energieträgern Heizöl, Erdgas und Fernwärme. Beim Vergleich der Wärmepreise untereinander muss berücksichtigt werden, dass bei Fernwärme und Erdgas zusätzlich noch Bereitstellungskosten für die installierte Leistung und Zählergebühren zu zahlen sind. Je nach Verhältnis von Verbrauch zu Anschlussleistung können sich im Einzelfall sehr unterschiedliche spezifische Wärmekosten ergeben.

### 2.2.1 Wärmepreise

Die Belieferung der Energieträger für Wärme erfolgt in unterschiedlichen Abrechnungseinheiten. So wird beispielsweise Heizöl pro Liter berechnet, Erdgas pro kWh  $H_o$  (Kilowattstunde bezogen auf den Brennwert) und Fernwärme direkt pro kWh Nutzwärme. Um die einzelnen Energiearten bezüglich Verbrauch und Preis miteinander vergleichen zu können, müssen die unterschiedlichen Abrechnungseinheiten jeweils auf die gleiche Energieeinheit umgerechnet werden. Definitionsgemäß wird in der Wärmetechnik die Energieeinheit kWh  $H_u$  (Kilowattstunde, bezogen auf den Heizwert) verwendet.

#### Erläuterung Heizwert/Brennwert:

Beim Verbrennen von z.B. Heizöl oder Erdgas entsteht als Verbrennungsprodukt Wasser(-dampf). Je nachdem, ob man die Verdampfungswärme des Wasser in den Verbrennungsgasen berücksichtigt oder nicht, unterscheidet man den Brennwert  $H_o$  und den Heizwert  $H_u$ . Der Brennwert ist um den Betrag der Verdampfungswärme des in den Abgasen enthaltenen Wassers größer als der Heizwert. In der Heizungstechnik bezieht man sich definitionsgemäß auf den kleineren Heizwert  $H_u$ . Dies ist im Übrigen auch der Grund dafür, dass Brennwertkessel durch die Nutzung der Verdampfungswärme rein rechnerisch Wirkungsgrade von über 100 % erreichen.

Die Umrechnung erfolgt über folgende Faktoren:

	Abrechnungseinheit		Energieeinheit [kWh $H_u$ ]
Heizöl:	1 Liter Heizöl EL	→	10,20 kWh $H_u$
Erdgas:	1 kWh $H_o$	→	0,903 kWh $H_u$
Fernwärme	1 kWh	→	1,000 kWh $H_u$

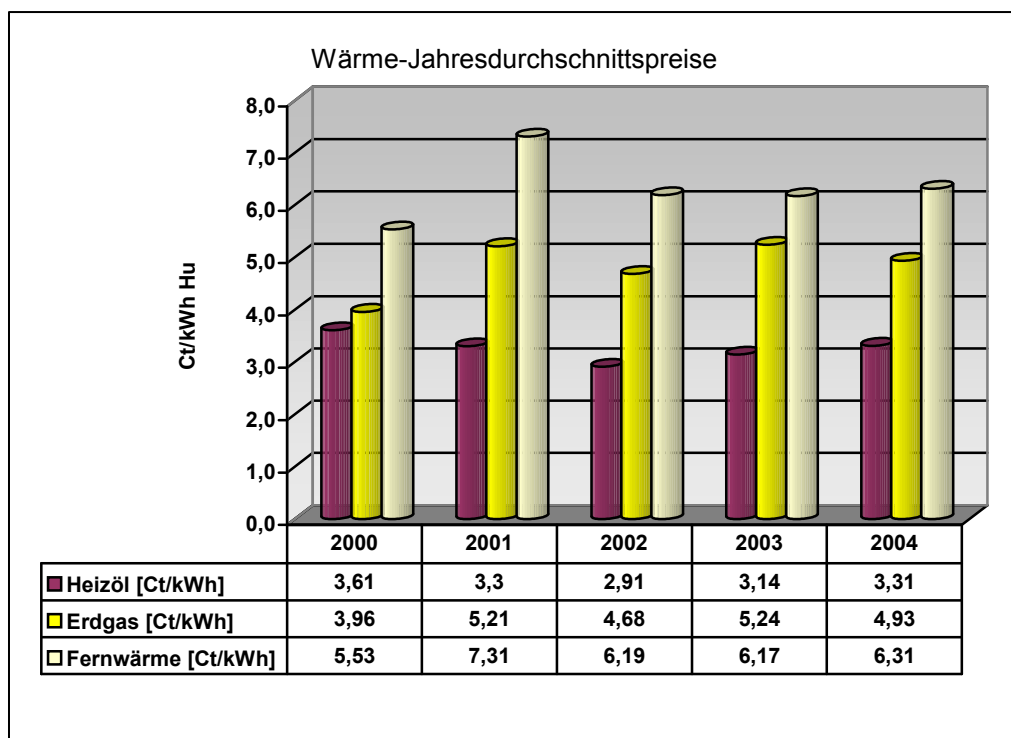


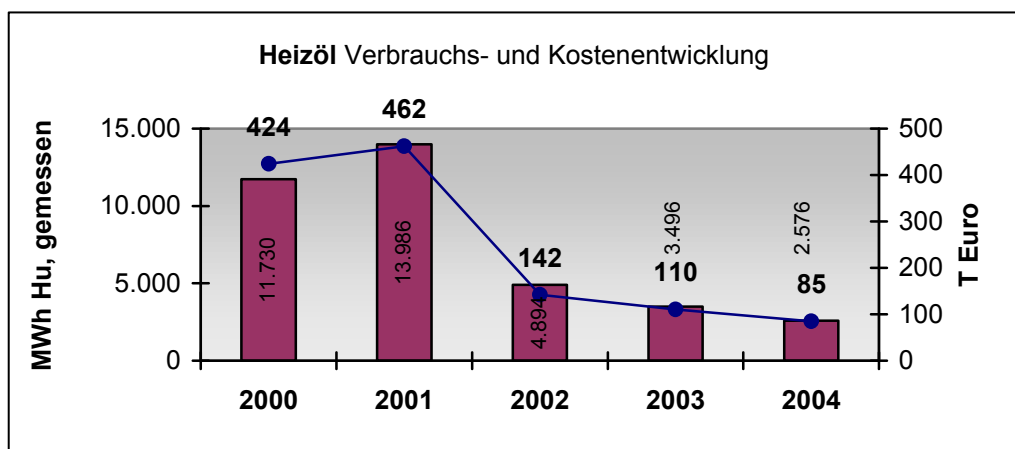
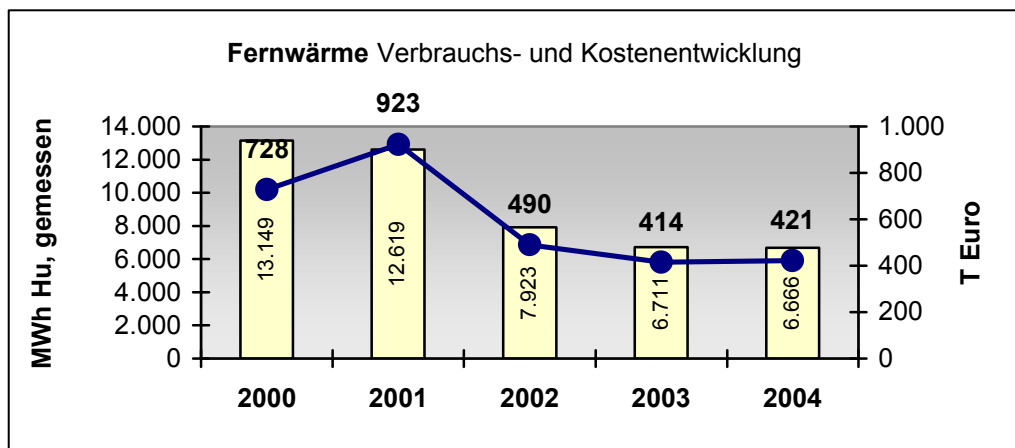
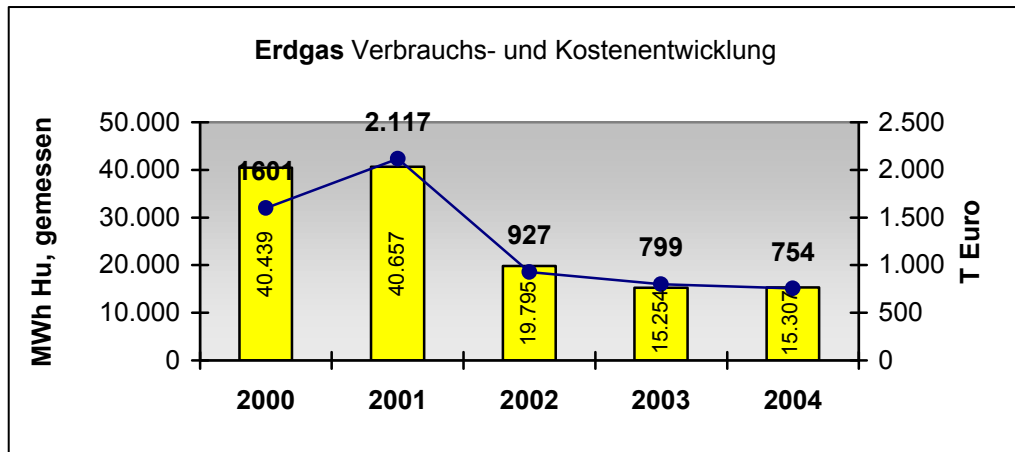
Bild 5: Wärmepreisentwicklung ab 2000-2004

Nach einem deutlichen Preisanstieg ab etwa dem Jahr 1998 fielen die Preise nach 2001 leicht, stagnieren allerdings auf hohem Niveau. Die Preise für die leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Fernwärme liegen auf Grund des hohen Anteils an Bereitstellungskosten deutlich über dem Niveau von Heizöl.

Bei einem direkten Preisvergleich oben dargestellter Energieträger muss berücksichtigt werden, dass es sich bei Fernwärme bereits um Nutzwärme handelt, während bei Heizöl und Erdgas noch Umwandlungsverluste bei der Wärmeerzeugung entstehen.

## 2.2.2 Wärmeverbrauchs- und Kostenentwicklung

Folgend werden die Verbräuche und Kosten der verschiedenen Wärmeträger dargestellt. Es handelt sich um die real gemessenen Verbräuche und die real entstandenen Kosten (keine Witterungsbereinigung).



Bilder 6, 7 und 8: Wärme, Verbrauchs- und Kostenentwicklung, gemessen

Bei allen drei Wärmeträgern ist ab 2002 eine deutliche Verbrauchs- und Kostensenkung zu registrieren. Ab diesem Jahr fiel die direkte Verrechnung der Verbrauchsmengen für diejenigen Schulen weg, die von den TWL im Projekt "Contracting-34-Schulen" übernommen wurden. Die Wärmekosten für diese Schulen sind ab 2002 im Bewirtschaftungsbudget des Contracting enthalten.

Die Gesamtkostenentwicklung für die Wärmebereitstellung wird in folgendem Abschnitt ersichtlich.

### 2.2.3 Gesamtentwicklung Wärmeverbrauch

Die Daten für Wärme sind im Gegensatz zu Strom und Wasser witterungsbereinigt, da nur so die Heizenergieverbräuche verschiedener Jahre verglichen werden können.

#### Witterungsbereinigung:

Die Korrektur erfolgt über die Gradtagszahl  $G_t$  15/20 in Anlehnung an die VDI Richtlinie 2067. Die Heizgradtage sind die Summe der Differenzen zwischen der Heizgrenztemperatur von 15 °C und den Tagesmitteln der Außentemperaturen über alle Kalendertage mit einer Tagesmitteltemperatur unter 20 °C. Die Witterungskorrektur bezieht sich auf den Mittelwert der Gradtagszahlen der Stadt Ludwigshafen der Jahre 1996 - 1998. Die Daten stammen aus eigenen Messungen der TWL (siehe Bild).

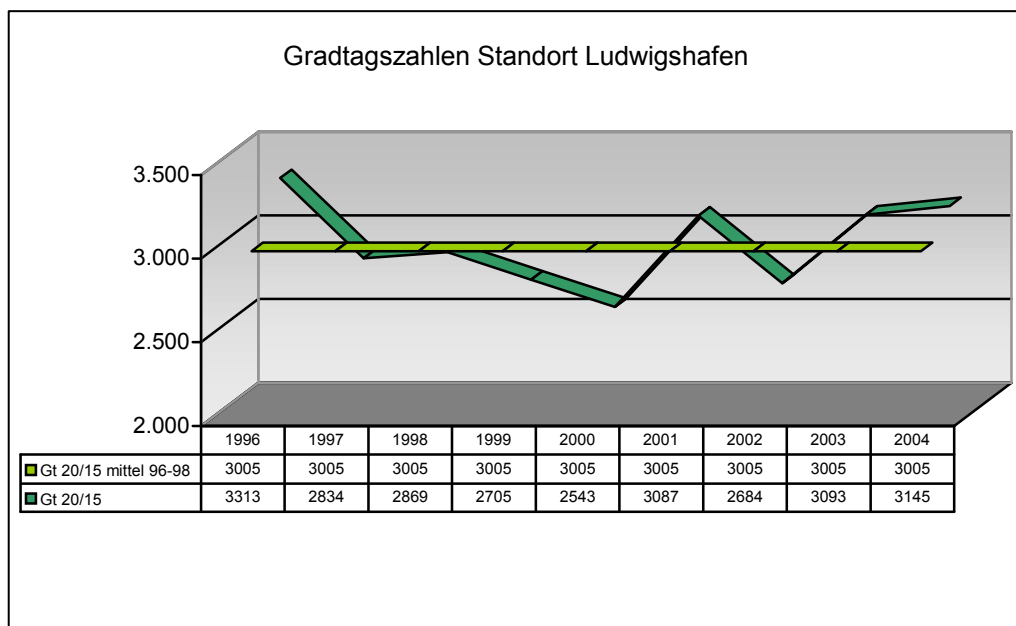


Bild 9: Gradtagszahlen Standort Ludwigshafen

Folgendes Bild zeigt die witterungsbereinigte Verbrauchsentwicklung für Fernwärme, Erdgas und Heizöl von 2000 bis 2004.

Ab 2002 sind die Verbrauchsmengen für das Contracting 34 Schulen mit aufgeführt. Auch bei diesen Schulen handelt es sich letztlich um diese drei Energieträger, die aber aus Gründen der Übersichtlichkeit nur als ein Block dargestellt werden.

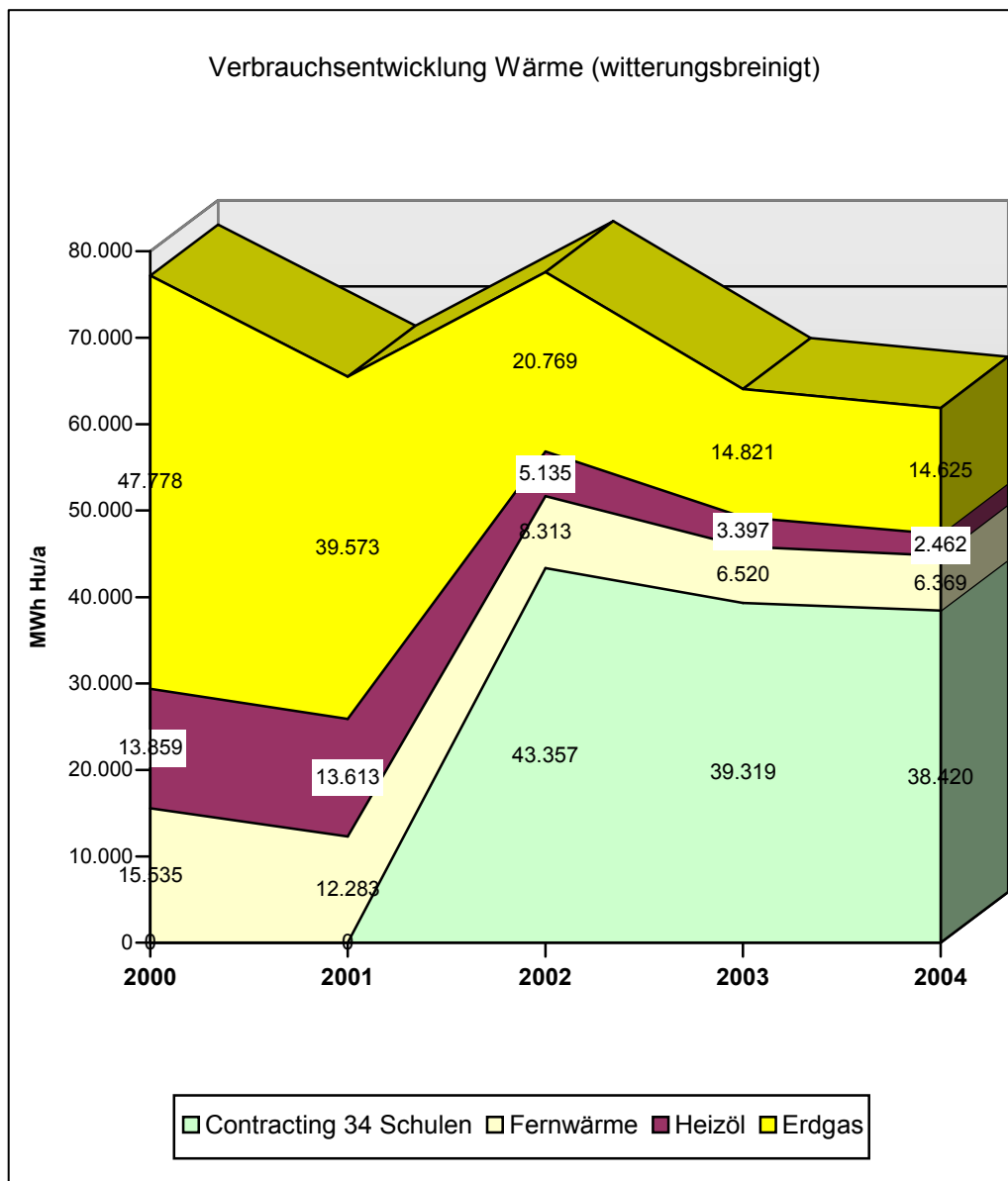


Bild 10: Verbrauchsentwicklung Wärme 2000-2004

Aus oben stehender Grafik wird deutlich, welcher hohen Verbrauchsanteil die 34 Schulen an der gesamten benötigten Wärmemenge haben, wobei nach wie vor die Wärmeversorgung der restlichen 17 Schulen vom Gebäudemanagement betreut werden.

Insgesamt ist auch beim Wärmeverbrauch eine fallende Tendenz zu beobachten, sieht man einmal von der Verbrauchsspitze im Jahr 2002 ab.

## 2.3 Fernkälte

Fernkälte wird im Wilhelm-Hack-Museum angewendet. Die Versorgung erfolgt ab April 1998 über Fernkälte der TWL, die in unmittelbarer Nachbarschaft im Pfälzbau produziert wird.

### 2.3.1 Fernkältepreis

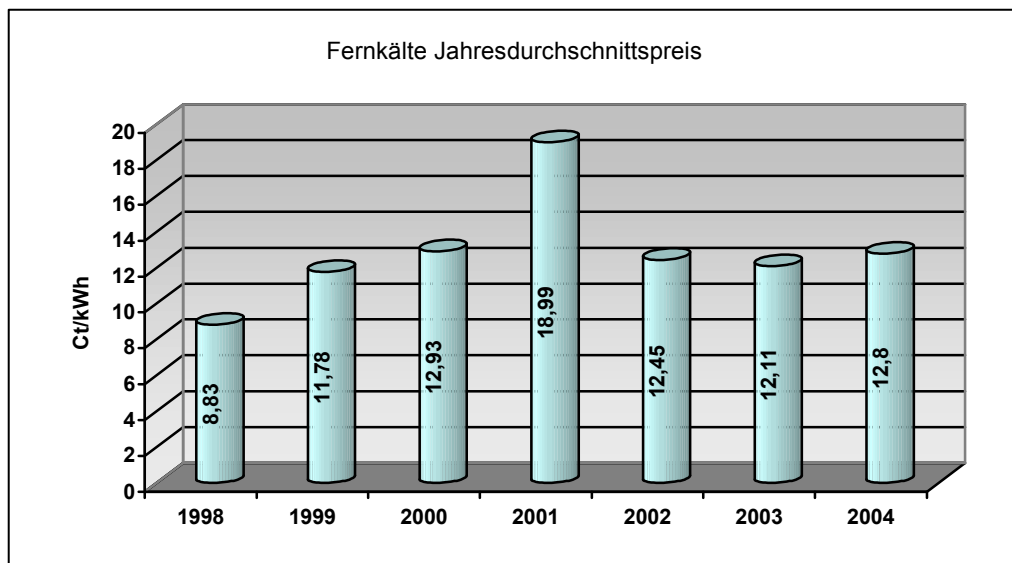


Bild 11: Jahresdurchschnittspreis für Fernkälte

Der Kältepreis liegt mit 12,8 Ct/kWh in 2004 mehr als doppelt so hoch, wie der Preis für Fernwärme. Dies liegt daran, dass die Kältebereitstellung über einen Kälteliefervertrag zwischen Stadt und TWL erfolgt, in dem neben der Kältelieferung auch die klimatische Betriebsführung, und die Finanzierung der neuen Regelungstechnik aus dem Jahre 2001 Vertragsgegenstand ist.

Auffallend ist der absolute Spitzenwert im Jahr 2001 bei ansonsten eher konstanten Preisen. Ein Grund für diesen Anstieg ist der in 2000 und 2001 sehr hohe Heizölpreis. Der Kältepreis ist über eine Preisgleitklausel an die Heizölpreisentwicklung gekoppelt.

Für die hohen spezifischen Kosten entscheidender ist allerdings, dass der Kältebezug in 2001 nur etwa halb so hoch war, wie in den Folgejahren. (Während der Umbaumaßnahmen der Regelungstechnik erfolgte keine Kältelieferung). Dementsprechend hoch ist der Anteil der Bereitstellungskosten an den gesamten Kältekosten.

### 2.3.2 Fernkälteverbrauchs- und Kostenentwicklung

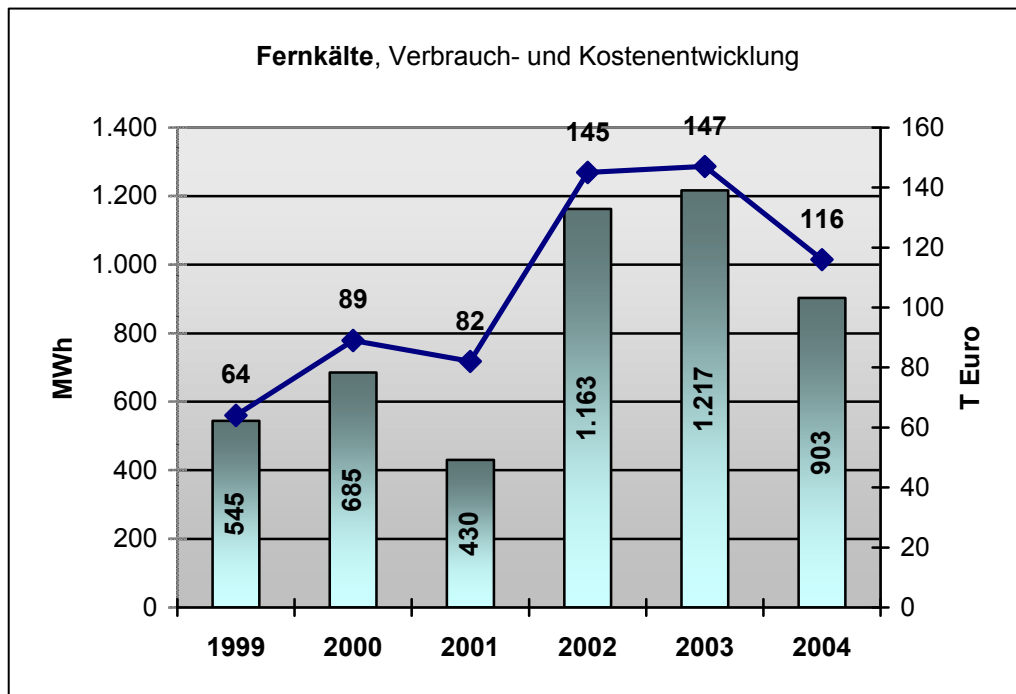


Bild 12: Fernkälte Verbrauchs- und Kostenentwicklung, gemessen

Die relativ geringeren Verbrauchswerte in 1999 bis 2001 sind auf eine unzureichende Kälteleistung bis 2001 und den Umbau der Regelungsanlage in 2001 zurückzuführen. So erfolgte beispielsweise in der Zeit von Mai bis November 2001 keine Fernkältelieferung.

Ab 2002 lief die Anlage erstmals jahresdurchgängig entsprechend den Vorgaben der Museumsleitung. So war es in den Sommermonaten erstmals möglich, die von der Museumsleitung geforderten Werte (zum Schutz der Exponate) mit der neuen Technik zu erreichen.

In 2003 spiegelt sich der sehr heiße und lange Sommer und daraus resultierend die hohe Kühllast wieder.

In 2004 ist wieder eine Verbrauchssenkung zu verzeichnen.

Die spezielle Situation im Wilhelm-Hack-Museum in bezug auf Klimatisierung, Energiebereitstellung und Betriebsführung für Wärme- und Kälteversorgung ist derzeit Gegenstand von Analysen und Untersuchungen. Im Rahmen dieses Energieberichtes wird deshalb nicht näher auf das Museum eingegangen.



## 2.4 Wasser

### 2.4.1 Wasserpreisentwicklung

Die Wassergebühren entwickeln sich im Gegensatz zu den Energiepreisen sehr moderat. Erwähnenswert ist dabei, dass Ludwigshafen im bundesweiten Vergleich der Wasserpreise mit die günstigsten Konditionen erzielt. Nachfolgende Tabelle zeigt die Wassergebühren. Hinzuzurechnen wären hier noch die Zählergebühren, sowie die Kosten für die Oberflächenentwässerung, die allerdings nicht Gegenstand des Energiecontrollings sind.

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004
Wasser [Euro/m <sup>3</sup> ]	1,48	1,48	1,48	1,58	1,58
Abwasser [Euro/m <sup>3</sup> ]	1,02	1,02	1,15	1,15	1,15
<b>Summe [Euro/m<sup>3</sup>]</b>	<b>2,50</b>	<b>2,50</b>	<b>2,63</b>	<b>2,73</b>	<b>2,73</b>

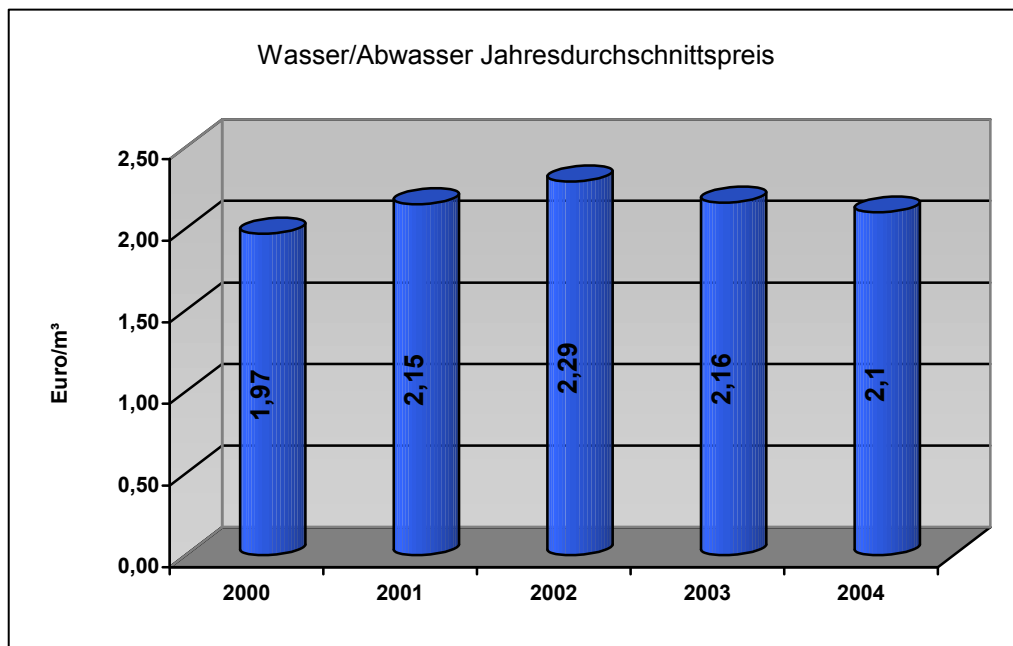


Bild 13: Wasserpreisentwicklung (Jahresdurchschnittspreis von 2000-2004)

Dargestellt ist der im Jahresdurchschnitt gezahlte Wasserpreis. Dieser Jahresdurchschnittspreis liegt unter der Summe aus den Tarifpreisen für Wasser und Abwasser (vgl. Tabelle). Dies liegt daran dass z. B. für Grünanlagenbewässerung kein Abwasser abgerechnet wird. Hierzu muss allerdings ein separater Zähler eingebaut werden, der dieses nicht ins Kanalnetz gelangende Frischwasser separat erfasst. Dieses Kostensenkungspotential wurde und wird bei der Stadt konsequent genutzt.

## 2.4.2 Wasserverbrauchs- und Kostenentwicklung

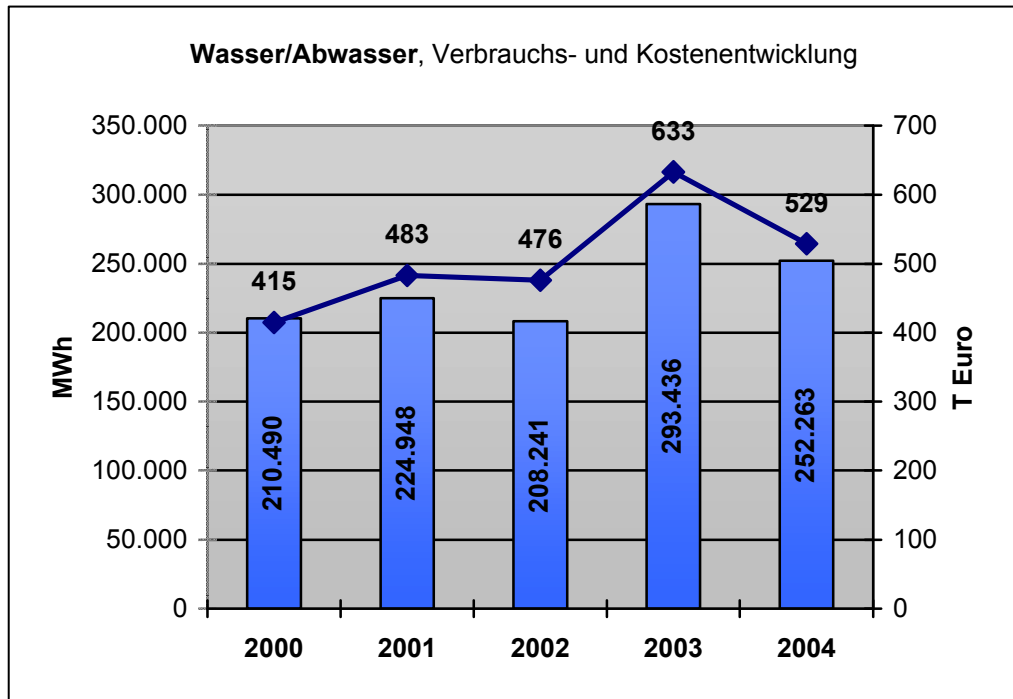


Bild 14: Wasser/Abwasser Verbrauchs- und Kostenentwicklung

Auch hier wird der Einfluss der Witterung deutlich. Insbesondere der heiße trockene Sommer in 2003 führte zu einem spürbaren Anstieg des Wasserverbrauchs (verstärkte Bewässerung von Grünanlagen, erhöhter Bedarf für Kühlzwecke).

## 2.5 Gesamtbetrachtung Energie und Wasser

### 2.5.1 Gesamtkostenentwicklung

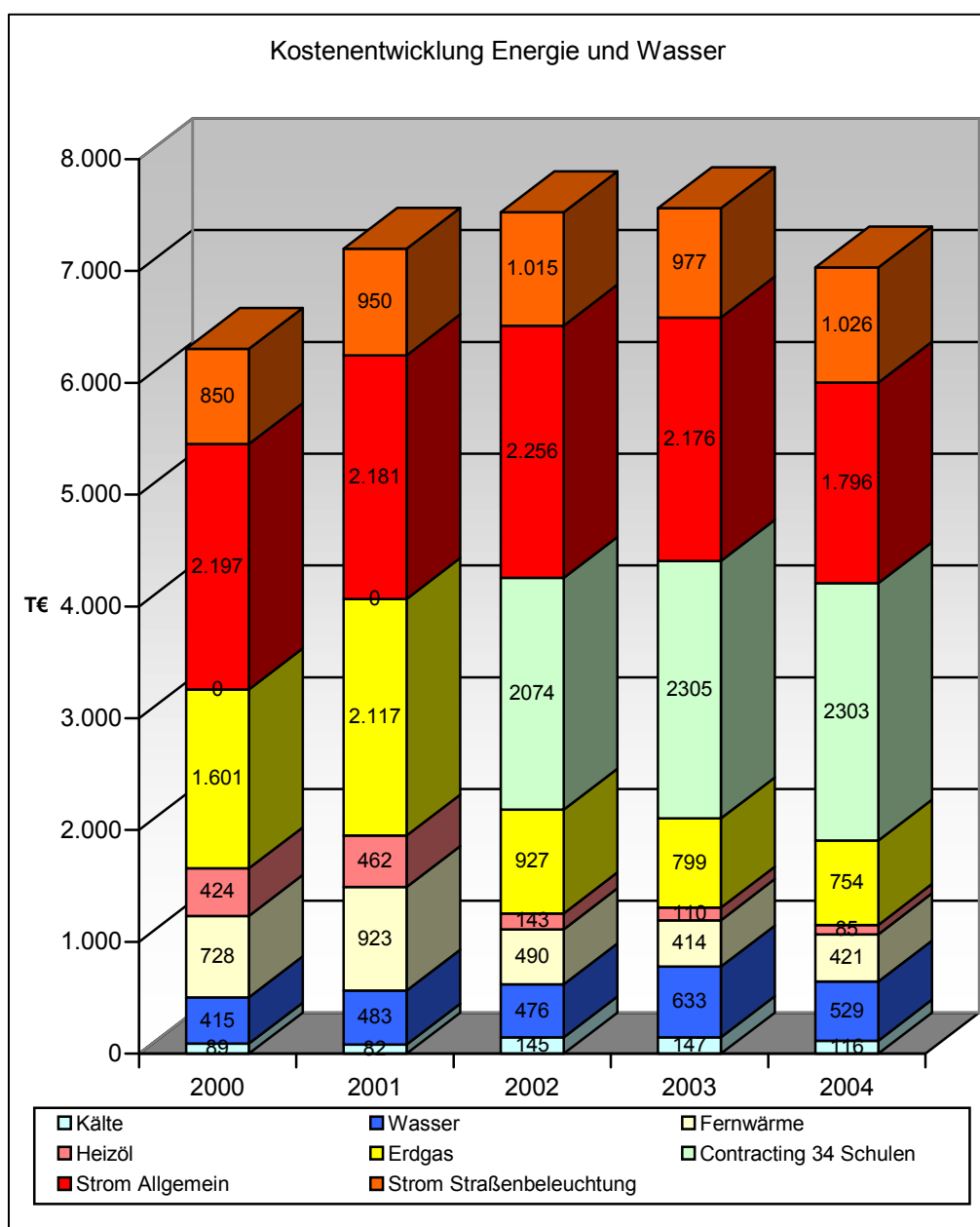


Bild 15 Gesamtkostenentwicklung Energie und Wasser

Nach einem Kostenanstieg von 2000 bis einschließlich 2003, bedingt in erster Linie durch die Energiepreissteigerung, ist in 2004 erstmals eine drastische Kostensenkung zu verzeichnen. Die deutlichste Senkung ist beim Strom zu registrieren. Hier zeigen sich die erzielten Erfolge in Zusammenhang mit den Strompreisverhandlungen.

**Insgesamt mussten für Energie und Wasser im Jahr 2004 eine Summe von 7,03 Mio. Euro aufgewendet werden.**

Anzumerken ist, dass in den dargestellten Kosten für das Contracting-34-Schulen neben den reinen Energiekosten auch die Kosten für die notwendigen Investitionen sowie die Betriebsführungskosten (nicht jedoch die Instandhaltungskosten) enthalten sind.

Beim Contracting-34-Schulen konnten die Kosten in 2004 gegenüber 2003, trotz steigender Energiepreise und höherer Gradtagszahlen, weitgehend konstant gehalten werden. Dies ist nicht zuletzt auf die Verbesserung des Wärmeschutzes im Rahmen der von der Stadt durchgeführten baulichen Sanierungsmaßnahmen an einzelnen Schulen zurückzuführen.

So führten beispielsweise allein die Ende 2003 vorgenommenen notwendigen Sanierungsmaßnahmen an der Anne-Frank Realschule (Fassadensanierung mit Wärmedämmung, Einbau neuer Fenster mit Wärmeschutzverglasung) zu einer jährlichen Energieeinsparung von 267.000 kWh und zu einer jährlichen Kosteneinsparung von über 10.000 Euro (näheres hierzu in Kapitel 4.3: Contracting 34 Schulen).

## 2.5.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen

Aus den Energieverbräuchen lassen sich die umweltrelevanten Emissionen ermitteln, die durch die Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Generell sind in die Bilanzierung die Emissionen der Prozesskette von der Rohstoffgewinnung bis zur Entsorgung miteinbezogen.

Durch die Wahl der Energieträger lassen sich somit die CO<sub>2</sub>-Emissionen entscheidend beeinflussen.

Es kommen folgende CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren zur Anwendung:

Energieträger	CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor [Tonnen/MWh <sub>Endenergie</sub> ]
Strom (Kraftwerksmix BRD)	0,689
Heizöl	0,309
Erdgas	0,228
Fernwärme (TWL)	0,180

Bezugsbasis ist der witterungsbereinigte Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften im abrechnungstechnischen Zuständigkeitsbereich des Gebäudemanagements sowie der Straßenbeleuchtung, jedoch ohne Berücksichtigung sich verändernder Objektzahlen.

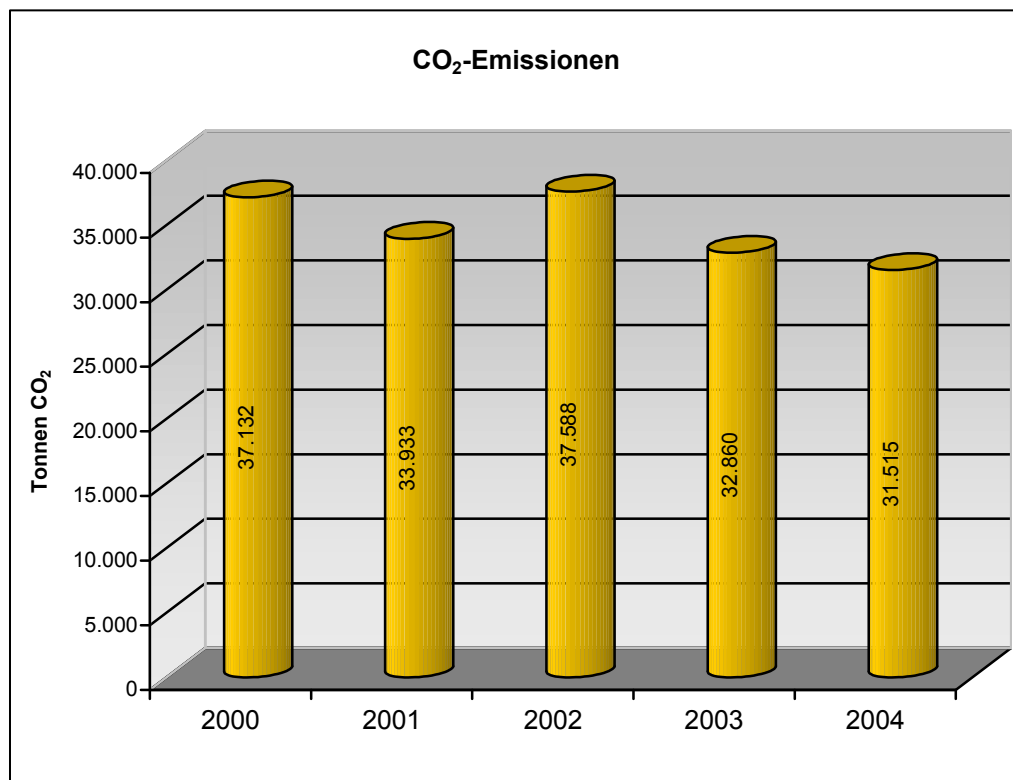


Bild 16: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen weisen wie auch der Absolutverbrauch, mit Ausnahme eines Zwischenhochs in 2002, eine insgesamt fallende Tendenz auf.

Für den relativen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen in 2002 können im Wesentlichen zwei Ursachen aufgeführt werden. Zum einen lag der abgerechnete Stromverbrauch in 2002 über dem der Vor- und Folgejahre. Durch den hohen Emissionsfaktor bei Strom wirkt sich das stark auf die Gesamtbilanz aus. Zum anderen erhöhte sich, bedingt durch den Übergang der Betriebsführung der Heizanlagen der 34-Contracting-Schulen von der Stadt an die TWL, der Energiebedarf für diese Schulen kurzzeitig.

In den Folgejahren macht sich die Substitution des emissionsintensiveren Heizöls gegen Erdgas und Fernwärme, sowie der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung bei den Contracting-Schulen bemerkbar.

Im Bezug auf das Jahr 2000 reduzierten sich die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt um 15 %. Dies entspricht einer vermiedenen CO<sub>2</sub>-Menge von jährlich 5.617 Tonnen.

### 3 Verbrauch und Kosten für das Berichtsjahr 2004

Folgende Bilder zeigen die Energieverbrauchs und -kostensituation für die öffentlichen Liegenschaften der Stadtverwaltung inkl. Straßenbeleuchtung für das Berichtsjahr 2004:

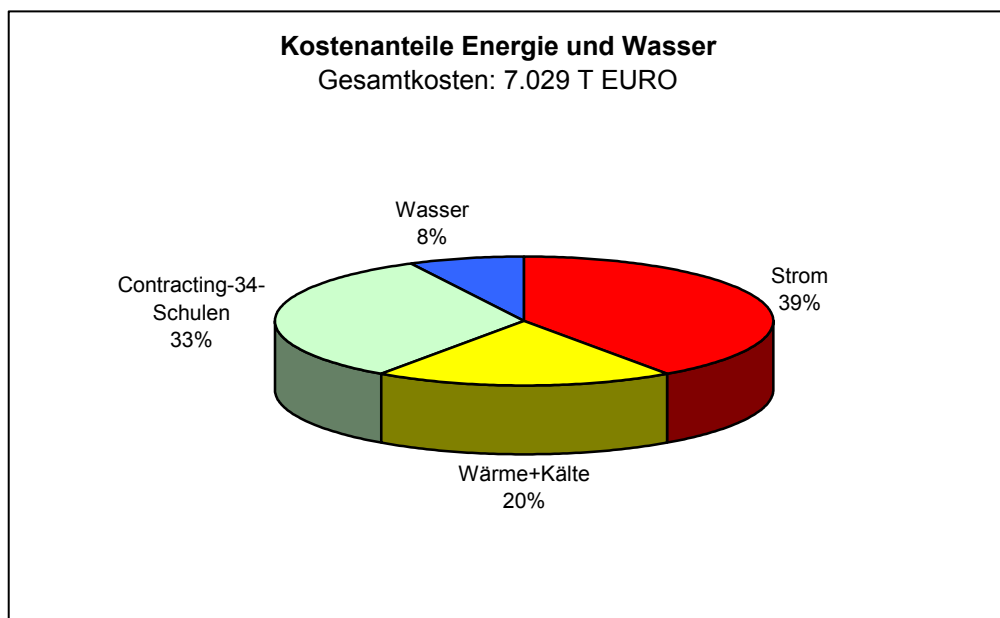
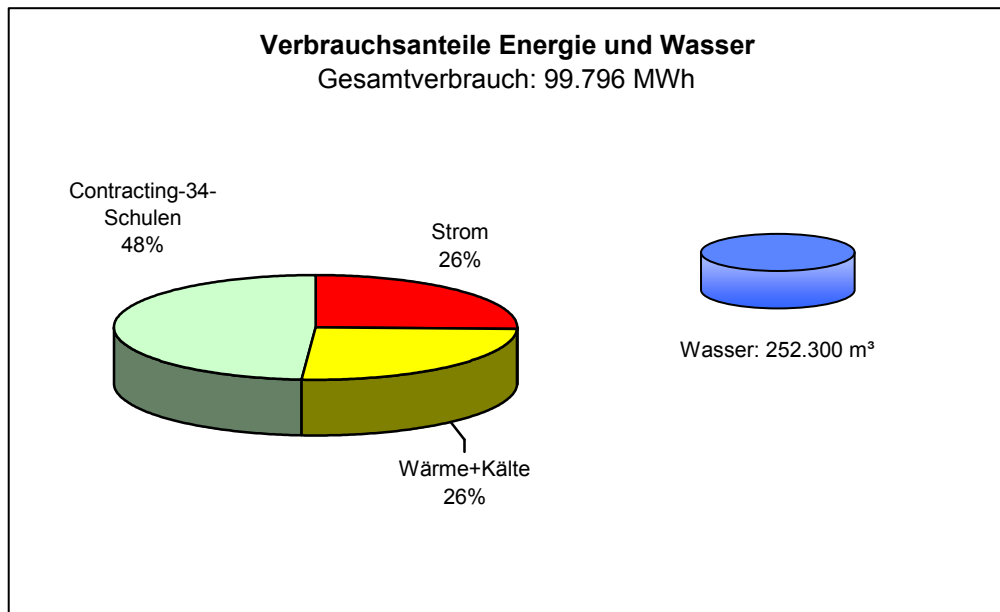


Bild 17,18: Verbrauchs- und Kostenanteile Strom, Wärme, Wasser in 2004

Aus der Grafik wird deutlich, dass der weitaus größte Teil, etwa 3/4 des Gesamtbedarfs im Bereich der Wärmeerzeugung besteht. Der Stromverbrauch macht nur etwa 1/4 des Gesamtbedarfs aus.

Bei den Kosten ergibt sich ein etwas anderes Bild. Hier entfällt rund die Hälfte der Energiekosten auf den Bereich Wärme. Der Stromkostenanteil beträgt hier immerhin schon 39 %. Die Wasserkosten spielen, bezogen auf die Gesamtaufwendungen, eine eher untergeordnete Rolle.

Betrachtet man die Kostenverteilung ohne Contracting-Kosten (hier ist eine direkte Einflussnahme des Gebäudemanagement auf die Kosten nicht gegeben), so sind die Stromkosten mit rund 60 % der dominierende Kostenfaktor. Dies ist auf die im Vergleich zur Wärme deutlich höheren spezifischen Kosten für Strom zurückzuführen.

Technische Maßnahmen zur Verbrauch- und/oder Leistungssenkung beim Strom sind deshalb oftmals deutlich wirtschaftlicher zu realisieren als bei der Wärme. Hier steckt nach wie vor ein bedeutendes Einsparpotential, das in Zukunft verstärkt angegangen werden muss.

Nachfolgende Grafik zeigt, wie sich die Gesamtkosten für Energie und Wasser auf die einzelnen Objektgruppen verteilen.

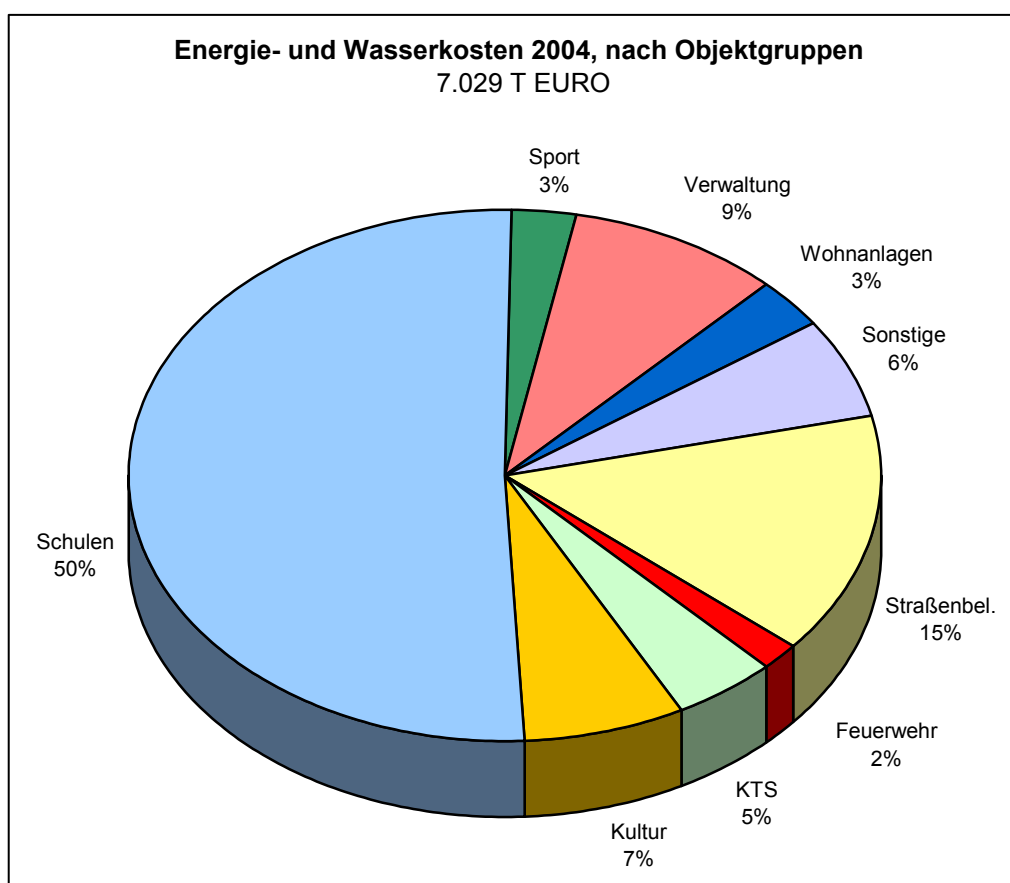


Bild 19: Gesamtkosten Energie und Wasser 2004, auf Objektgruppen verteilt

Die Schulen stellen mit 50 % der Gesamtkosten (inkl. Contracting 34 Schulen) den weitaus größten Kostenblock dar. Über den mit 15 % zweitgrößten Kostenblock, der vom Bereich Tiefbau betreuten Straßenbeleuchtung wird in Kapitel 4 nochmals ausführlich berichtet. Alle übrigen Objektgruppen sind kostenmäßig in etwa gleichwertig und machen zusammen einen Kostenanteil von rund 1/3 aus.

## 4 Energieanalysen für einzelne Objekte und Objektgruppen

### 4.1 Öffentliche Beleuchtung

Die Betreuung und laufende technische Optimierung der öffentlichen Beleuchtung inklusive Verkehrszeichenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen erfolgt über den Bereich Tiefbau, der auch sämtliche Kosten für Energie, Instandhaltung und Wartung trägt.

Der Strombezug für die Straßenbeleuchtung wird über einen Sondervertrag zwischen TWL und dem Bereich Tiefbau direkt geregelt, während die Energieabrechnungen für die Verkehrszeichenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen zunächst über das kaufmännische Gebäudemanagement abgewickelt und dann dem Bereich Tiefbau zugeordnet werden.

#### 4.1.1 Straßenbeleuchtung (1997-2004)

Ab 1996 ging das Management der Straßenbeleuchtung von den TWL zur Stadtverwaltung Ludwigshafen Bereich Tiefbau über. Dieser Schritt war nötig, da hohe Kosten für den Unterhalt der Straßenbeleuchtung und mangelhafte Kostentransparenz Handlungsbedarf erkennen ließen. Der kostenintensive Betrieb der Straßenbeleuchtung war zukünftig nicht mehr mit den Einsparinteressen der Stadt vereinbar, zumal die Kostenträgerschaft alleine bei der Stadt liegt. Das Management muss auf Seiten des Auftraggebers liegen und nicht auf Seiten des Auftragnehmers, um Entscheidungen im Interesse der Stadt zu treffen.

Seit dem Jahre 1997 wird am kontinuierlichen Umbau und der Erneuerung der Straßenbeleuchtung gearbeitet. Neue Technologien und neue Denkansätze führten in den letzten Jahren zu einer merklichen Verbesserung der Beleuchtungssituation in Ludwigshafen. Das dies nicht immer mit einer Kostenreduzierung einhergehen muss, liegt an Kostenentwicklungen im Bereich Lohn, Material und vor allem an den Energiekosten, die in den letzten Jahren sprunghaft angestiegen sind und weiter steigen werden. Einsparungen werden so durch die Strompreiserhöhungen überdeckt und treten nur dadurch in Erscheinung, dass Stromkosten nahezu konstant gehalten werden konnten, wie in Ludwigshafen geschehen.

Eine bessere Einsicht in die unternommenen Anstrengungen zeigt der Wert der spezifischen Anschlussleistung, d.h. der durchschnittliche Anschlusswert je Leuchte. Dieser Wert ist ein Indiz dafür, wie effektiv die eingesetzte Energie eingesetzt wird um die Aufgabenstellung Straßenbeleuchtung möglichst wirtschaftlich und den Regeln der Technik entsprechend zu betreiben.





Bild 20: Spezifische Anschlussleistung pro Leuchte

Diese Werte aus Ludwigshafen zeigen, wie in den letzten Jahren mit neuen Ideen und neuen Ansichten, sowie ein konsequenter sinnvoller Einsatz der zur Verfügung stehenden Mittel die spezifische Anschlussleistung nach und nach gesenkt werden konnte, bei einer merklichen Verbesserung der städtischen Beleuchtungssituation.

Nachfolgend finden sich einige ausgewählte Maßnahmen, die u.a. zu diesem positiven Effekt geführt haben.

1. Konsequenter Einsatz von wirtschaftlichen Leuchtmitteln, wie z. B. die Natriumdampf-Hochdrucklampe. Dieses Leuchtmittel zeichnet sich durch ein brillantes, gelbliches Licht aus, dass im Vergleich zur früher eingesetzten Quecksilber-Hochdrucklampe 30 % weniger Energie bei besserer Ausleuchtung benötigt. Anfang 1997 waren lediglich ca. 3 % der Leuchten in Ludwigshafen mit diesem wirtschaftlichen Leuchtmittel ausgestattet. Damit lag Ludwigshafen weit am Ende der deutschen Städte beim Einsatz dieses Leuchtmittels. Heute liegt Ludwigshafen bei ca. 15 % Durchdringungsgrad für die Natriumdampf Lampe mit steigender Tendenz.
2. Konsequenter Einsatz langlebiger Leuchtmittel, die eine Lebensdauer von mehr als 4 Jahren und eine Frühausfallrate von weniger als 1 % aufweisen. Frühere Leuchtmittel konnte lediglich mit Lebensdauererwartungen von ca. 3 Jahren aufwarten und mit Frühausfällen von 5 - 8 %. Dies bedeutete, dass wir entgegen der 4-jährigen Wartungszyklen einen Lampengruppenaustausch zwischenzeitlich organisieren und finanzieren mussten und bei 5 - 8 % der Lampen sogar eine Stichfahrt zur Reparatur einplanen mussten. Dies ist mit langlebigen Leuchtmitteln nicht nötig und wiegt deren Mehrpreis bei weitem auf.
3. Einsatz von hocheffektiven Spiegeltechniken, die das Licht nur noch dort hinlenken, wo Licht benötigt wird und zwar auf die Straße und Gehwege, aber nicht mehr in Grünanlagen, Fassaden und Fenster. Dies spart Energie im großen Stil.

4. Langlebige Leuchten mit Dichtsystemen, die keine Verschmutzung mehr von innen zulassen. Bei neuen Leuchten gehört das bekannte „Fliegengrab“ in der Leuchtenwanne der Vergangenheit an. Somit ist auch eine zwischenzeitliche Wannenreinigung nicht mehr nötig. Das Licht steht über den ganzen Wartungszyklus im vollen Umfang zur Verfügung.
5. Konsequente Umsetzung von höchstmöglichen Lichtpunktabständen. Wo früher die Leuchten 20 - 25 m Abstand aufwiesen, können heute Lichtpunktabstände bis zu 35 - 40 m erreicht werden. Dies macht die hocheffektive Spiegeltechnik möglich. Dies kann, gesehen auf einen Kilometer Straße, bis zu 50 % Energie sparen bei gleich guter Ausleuchtung.

Dies sind nur einige ergriffene Maßnahmen aus Planung und Unterhalt, die dazu geführt haben und auch zukünftig dazu führen werden, dass nach und nach die Straßenbeleuchtung wieder auf einem modernen Stand der Technik und wirtschaftlich betrieben werden kann.

Zukünftig höhere Investitionen im Vermögenshaushalt für den Austausch von alter Lampen und Leuchtentechnik gegen moderne Leuchten mit Spiegeltechnik kann den Erneuerungsprozess noch weiter beschleunigen und erhebliche Einsparungen für den Verwaltungshaushalt bewirken.

#### **4.1.2 Beschilderung**

Zurzeit werden noch eine gewisse Anzahl von innenbeleuchteten Verkehrtafeln und -schilder im Stadtgebiet betrieben. Diese Schilder müssen nach einer Gesetzesvorgabe bis zum Jahr 2009 gegen selbstreflektierende Schilder ausgetauscht werden. Daher ist ein Wegfall dieser Energiekosten bis zu diesem Zeitpunkt abzusehen.

#### **4.1.3 Signalanlagen**

Bei Signalanlagen sind Energieeinsparungen im größeren Maße nur dann zu erzielen, wenn eine nächtliche Abschaltung realisiert werden kann. Da jedoch Signalanlagen in der Regel meist an bekannten Konflikt- und Gefahrenstellen errichtet sind, werden Abschaltungen nur in begründeten Einzelfällen zum Tragen kommen können, was heute auch schon praktiziert wird.

Neue Technologien, wie die LED-Technik bei Signalgebern, verkünden erhebliche Energieeinsparungen und Einsparungen in der Wartung. Da sich diese Technik aber erst in den letzten Monaten auf dem deutschen Markt durchgesetzt hat (z. T. wegen fehlender Zulassungen) bleibt abzuwarten, wie sich diese Technik auf den Unterhalt auswirken. Energieeinsparungen sind aber nicht im großen Stil zu erwarten, da zur Signalüberwachung und Signalsicherung, die in Deutschland vorgeschrieben ist, ein bestimmter Laststrom fließen muss, der eine Überwachung gewährleistet. Das bedeutet, dass dem geringen Betriebsstrom der LED ein zusätzlicher Strom aufgeschaltet werden muss, der die Energieersparnis stark reduziert.

Einsparungen in der Wartung durch weniger Lampenausfälle versprechen hier größere Kosteneinsparungen. Dies muss sich aber erst in den nächsten Jahren beweisen.

## 4.2 Kindertagesstätten (KTS)

Für alle städtischen Kindertagesstätten wurde im Jahr 2004 eine umfangreiche energetische Analyse vorgenommen. Basis der Untersuchungen waren die aus den Energieabrechnungen zu entnehmenden Daten zur Verbrauchs- und Kostenentwicklung, sowie Vor-Ort-Begehungen mit technischer Bestandsaufnahme. Hilfreich waren zudem die von den KTS-Leiter/Innen vorgenommenen monatlichen Zählerablesungen.

Einige der Einrichtungen konnten in den folgenden Betrachtungen nicht einbezogen werden. So sind die KTS Langgewann, sowie der Diesterweg-Hort, Albert-Schweitzer-Hort, Hans-Loschky-Hort und der Erich-Kästner-Hort in Schulgebäuden untergebracht. Sie werden ohne Zwischenzähler mit Strom, Wärme und Wasser über das Schulgebäude mitversorgt. Die KTS Bayreuterstraße 47 und 49 befinden sich in freier Trägerschaft. Energieverbrauch und Kosten dieser Einrichtungen sind nicht explizit erfasst.

Die Energiekostenstruktur der Kindertagesstätten zeigt nachfolgende Grafik. Kindertagesstätten machen rund 5 % der Gesamtaufwendungen für Energie und Wasser aus.

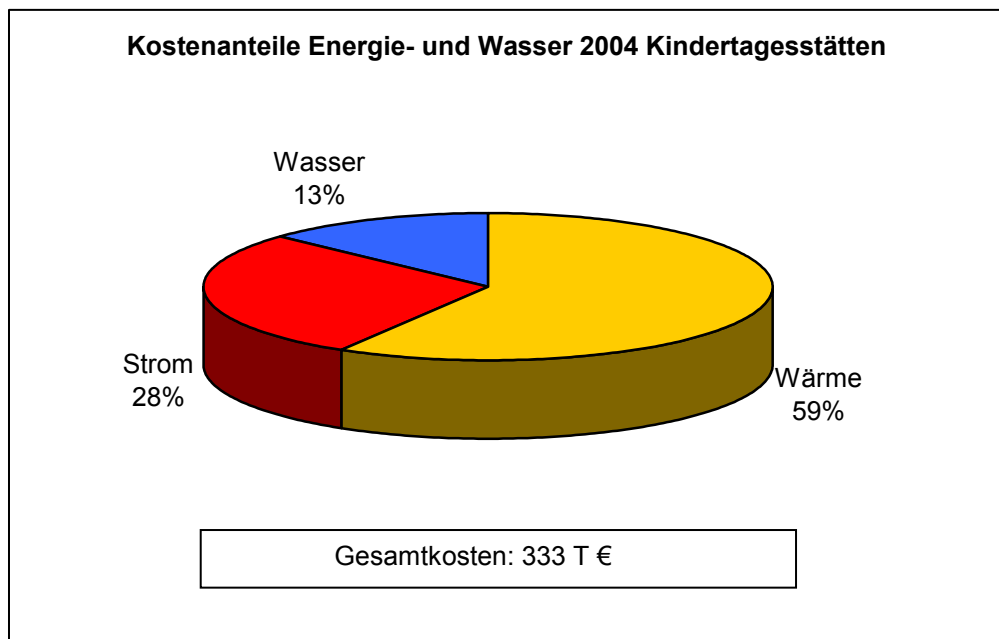


Bild 21: Kindertagesstätten, Kostenanteile für Energie und Wasser 2004

Der größte Kostenblock ist die Wärmebereitstellung mit 59 % der Gesamtkosten. 28 % müssen für Strom aufgewendet werden, der Rest sind Wasserkosten.

Zusammenfassend kann anhand der ermittelten Energiekennwerte festgestellt werden, dass sich die KTS insgesamt in einem besseren energietechnischen Zustand befinden, als vor der Analyse befürchtet. Dies zeigt auch der in folgenden Abschnitten dargestellte Vergleich zu den bundesweiten Durchschnittswerten. Gleichwohl wurden in verschiedenen KTS bei den Begehungen Schwachstellen erkannt, die im Rahmen der (finanziellen) Möglichkeiten bereits abgestellt wurden oder noch werden.

Auf Basis dieser Grundlagenarbeit wird nunmehr eine jährliche Nachkontrolle der Verbrauch- und Kostenentwicklung vorgenommen. Es wird geprüft, in wie weit die im Jahr 2004 eingeleiteten Maßnahmen greifen. In den folgenden Energieberichten wird hiervon weiter berichtet werden.

Da die Kindertagesstätten auch eine der ersten Objektgruppen war, bei der das Gebäudemanagement die aktuellen Flächen systematisch erfasste und zum Zeitpunkt der Berichterstellung nun vollständig vorliegen, können hier erstmals exakte Energiekennwerte (EKW) dargestellt werden. Nur so ist es möglich, eine energetische Wertung und Gegenüberstellung der Einrichtungen vorzunehmen.

#### **Definitionen:**

##### Energiekennwert EKW:

Zur Schaffung einer einheitlichen Grundlage erfolgt die Ermittlung der EKW auf Basis der VDI-Richtlinie 3802 Blatt 1/2: Energieverbrauchskennwerte für Gebäude. Der EKW ergibt sich aus dem witterungs- (bei Wärme) und zeitbereinigtem Energieverbrauch pro Jahr und pro m<sup>2</sup> Bezugsfläche. Mit Hilfe dieser Kennzahl können die spezifischen Verbräuche von Gebäuden gleicher Nutzung miteinander verglichen werden. Im Vergleich mit aktuellen bundesweiten Statistiken (hier: ages-Studie: Verbrauchskennwerte 1999, Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht der ages GmbH, Münster 2000) kann so überprüft werden, ob ein Gebäude einen überhöhten Energiebedarf aufweist oder nicht.

##### Richtwert:

Als Richtwert wird für Ludwigshafen der aus der ages-Studie zu entnehmende und für den Standort Ludwigshafen witterungsbereinigte arithmetische Mittelwert einer Objektgruppe definiert.

##### Zielwert:

Als Zielwert wird der sogenannte "untere Quartilmittelwert" definiert. Dieser ergibt sich als arithmetisches Mittel der unteren 25 % aller Daten der aufsteigend sortierten Kennwerte (arithmetischer Mittelwert des besten Viertels). Dieser Zielwert sollte bei Durchführung von Energiesparmaßnahmen angestrebt werden und bei Neuplanungen nach Möglichkeit unterschritten werden.

Nachfolgend werden die Kennwerte der betrachteten KTS für Wärme und Strom gegenübergestellt, und beispielhaft zu einigen KTS die Analyse sowie die eingeleiteten Maßnahmen erläutert.

#### 4.2.1 Wärme

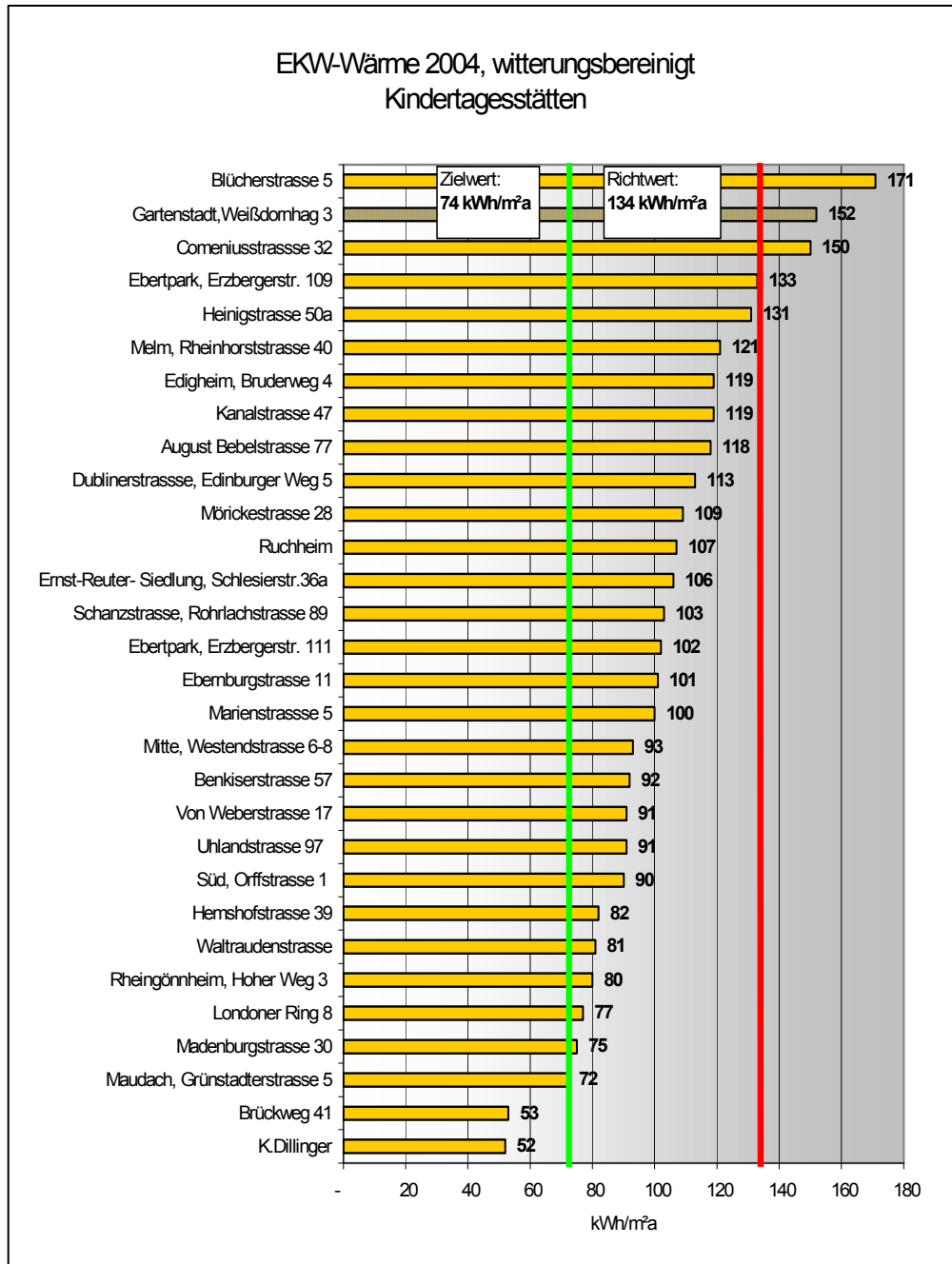


Bild 22: Wärmekennwerte 2004, Kindertagesstätten

Die Wärmekennwerte der Ludwigshafener Kindertagesstätten liegen überwiegend zwischen dem Richtwert (= bundesweiter Durchschnittswert aller KTS) und dem Zielwert (= bundesweiter Durchschnitt der besten 25 % der KTS). Drei Einrichtungen liegen jedoch noch deutlich über dem Richtwert. Am anderen Ende der Skala sind allerdings

ebenfalls Einrichtungen zu finden, die den angepeilten Zielwert erreichen oder sogar noch unterschreiten.

Bei der Gegenüberstellung der Energiekennwerte und Beurteilung der Möglichkeiten zur Senkung des Verbrauchs ist immer auch der verwendete Wärmeträger zu berücksichtigen. So sind z. B. bei Heizöl und Erdgas immer die Umwandlungsverluste im Heizkessel enthalten, während bei Fernwärme direkt die Nutzwärme zum Ansatz kommt. Weiterhin weisen die Einrichtungen unterschiedliche Nutzungszeiten auf.

Die Wärmeverluste eines Gebäudes werden neben dem Dämmwert der Außenflächen und Fenster sehr stark von dem Verhältnis von wärmeübertragender Umfassungsfläche zur Nutzfläche (A/V-Verhältnis) bestimmt. KTS mit gutem Kennwert weisen daher häufig eine kompakte Bauweise auf, oder sind in anderen Gebäuden integriert.

Nachfolgend sind beispielhaft die KTS mit deutlicher Abweichung zu den Vergleichswerten herausgegriffen und näher betrachtet. Außerdem werden die ergriffenen und eingeleiteten Optimierungsmaßnahmen stichpunktartig aufgelistet.

### **Beispiele für KTS mit besonders hohem Wärmeverbrauch:**

#### KTS Blücherstraße (171 kWh/m<sup>2</sup> a)

Diese Tagesstätte ist in einem Wohnhaus integriert, der Wärmeschutz des Gebäudeteils ist ausreichend. Die Wärmeversorgung und Warmwasserbereitung erfolgt über einen Gaskessel mit atmosphärischem Brenner. Die Wärmeabgabe ist überwiegend über Fußbodenheizung mit sehr tragem Regelverhalten realisiert. Die Untersuchung vor Ort ergab, dass die Einrichtung mit viel zu hoher Raumtemperatur (zeitweise mit bis zu 24 °C) betrieben wurde. Zudem führte eine defekte Regeleinheit zu übermäßig langen Heizbetriebszeiten. Eine Absenkung der Raumtemperaturen außerhalb der Nutzungszeiten erfolgte nicht.

Im Jahr 2004 wurde ein neues Regelgerät installiert und die Regelparameter optimiert. Die Raumtemperaturen liegen nun bei etwa 20 - 21 °C. Die Heizzeiten wurden an die Nutzungszeit angepasst und die Absenkttemperatur (Nachtabsenkung) deutlich erhöht. Diese Maßnahme führen zu einer Senkung des Nutzwärmebedarfs und daneben auch zur Erhöhung des Wirkungsgrades des Heizkessels.

Die Auswirkungen der Optimierung lassen sich frühestens nach Ablauf eines Jahres (Anfang 2006) genauer beziffern.

#### KTS Gartenstadt Weißdornhag (152 kWh/m<sup>2</sup>a)

Diese Einrichtung ist im Behördenhaus untergebracht. Der dargestellte Wärmekennwert resultiert allerdings nicht aus einer konkreten Verbrauchsmessung (kein Unterzähler), sondern aus einer nach kaufmännischen Gesichtspunkten vorgenommenen Aufteilung des Gesamtverbrauchs.

In diesem Fall wird derzeit geprüft, in wie weit eine separate Erfassung der Verbrauchswerte möglich und sinnvoll ist (Kostenfrage).

### KTS Comeniusstraße (150 kWh/m<sup>2</sup>a)

Es handelt es sich um einen frei stehenden Flachbau aus dem Jahre 1962 mit entsprechend (geringem) wärmeschutztechnischem Standard der Umhüllungsfläche. Der hohe Wärmekennwert ist z. T. mit dem ungünstigen Verhältnis von Hüll- zu Nutzfläche (A/V-Verhältnis) zu erklären. Im Jahr 2004 erhöhte sich die Nutzfläche durch einen Erweiterungsbau um 240 m<sup>2</sup>. Des Weiteren wurde das Dach im Herbst 2004 erneuert und mit einem Wärmeschutz entsprechend der EnEV versehen.

Zum Vergleich: Im Jahr 1998 betrug der Wärmekennwert noch 238 kWh/m<sup>2</sup>a.

### **Beispiele für KTS mit besonders niedrigem Wärmeverbrauch**

#### Karl-Dillinger-Straße (52 kWh/m<sup>2</sup>a) und Brückweg (53 kWh/m<sup>2</sup>a)

Bei beiden Objekten handelt es sich um Neubauten (Karl-Dillinger Bj.: 2000 und Brückweg Bj.: 1997). Der Wärmeschutz und die Heiztechnik befinden sich auf dem Stand der Technik.

In beiden Einrichtungen sind moderne Gas-Brennwertkessel mit Außentemperatur gesteuerten Vorlauftemperaturregelung und Nachtabsenkung installiert. Die Regelparameter sind optimal eingestellt, das Nutzerverhalten ist vorbildlich.

#### KTS Maudach, Grünstadter Str. 5 (72 kWh/m<sup>2</sup>a)

Auch diese Einrichtung, Baujahr 1993, ist in einem Wohn- und Geschäftshaus integriert. Durch den geringen Anteil von Außenflächen an der Gesamthüllungsfläche sind die Wärmeverluste vergleichsweise gering. Der Heizkessel befindet sich in einem guten Allgemeinzustand, die Regelparameter sind optimal eingestellt.

### **Sonstige in Kindertagesstätten eingeleitete bzw. durchgeführte Maßnahmen:**

#### KTS Marienstraße (100 kWh/m<sup>2</sup>a):

Es erfolgte die Optimierung der Regeltechnik und die Aufschaltung der Heizzentrale auf die zentrale Leittechnik im Rathaus.

#### KTS Hemshofstraße 39 (82 kWh/m<sup>2</sup>a)

Es wurde ein Wechsel von direkt befeuerten Warmwasserboiler auf indirekte Speicherladung über den vorhandenen Heizkessel vorgenommen. Die Maßnahme wurde bereits in 2002 durchgeführt. Investition: 3.500 Euro.

Zum Vergleich: Im Jahr 1998 lag der Energiekennwert dieser Einrichtung noch bei 127 kWh/m<sup>2</sup>a

#### KTS "Kecke Spatzen", Edinburger Weg (113 kWh/m<sup>2</sup>a)

In dieser Einrichtung wurde in 2004 ebenfalls die Warmwasserbereitung sowie die Heizungsregelung erneuert. Investition: 5.400 Euro. Die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf den Energieverbrauch können erstmals mit der Energieabrechnung für 2005 (Anfang 2006) festgestellt werden.

KTS Kanalstraße 47 (119 kWh/m<sup>2</sup>a)

Es erfolgte in 2004 eine Erneuerung des Warmwasserboilers

KTS Ernst-Reuter-Siedlung, Schlesierstr. 36a (106 kWh/m<sup>2</sup>a)

Hier erfolgte eine Aufschaltung der Heizanlage auf das Störmeldesystem des technischen Gebäudemanagement.

KTS Schanzstraße, Rohrlachstraße 89 (103 kWh/m<sup>2</sup>a)

In 2003 wurde die veraltete und defekte Heizanlage erneuert (Investition: 5.000 Euro). Bis dato konnte der Erdgasverbrauch deutlich um 15 % reduziert werden.



## 4.2.2 Strom

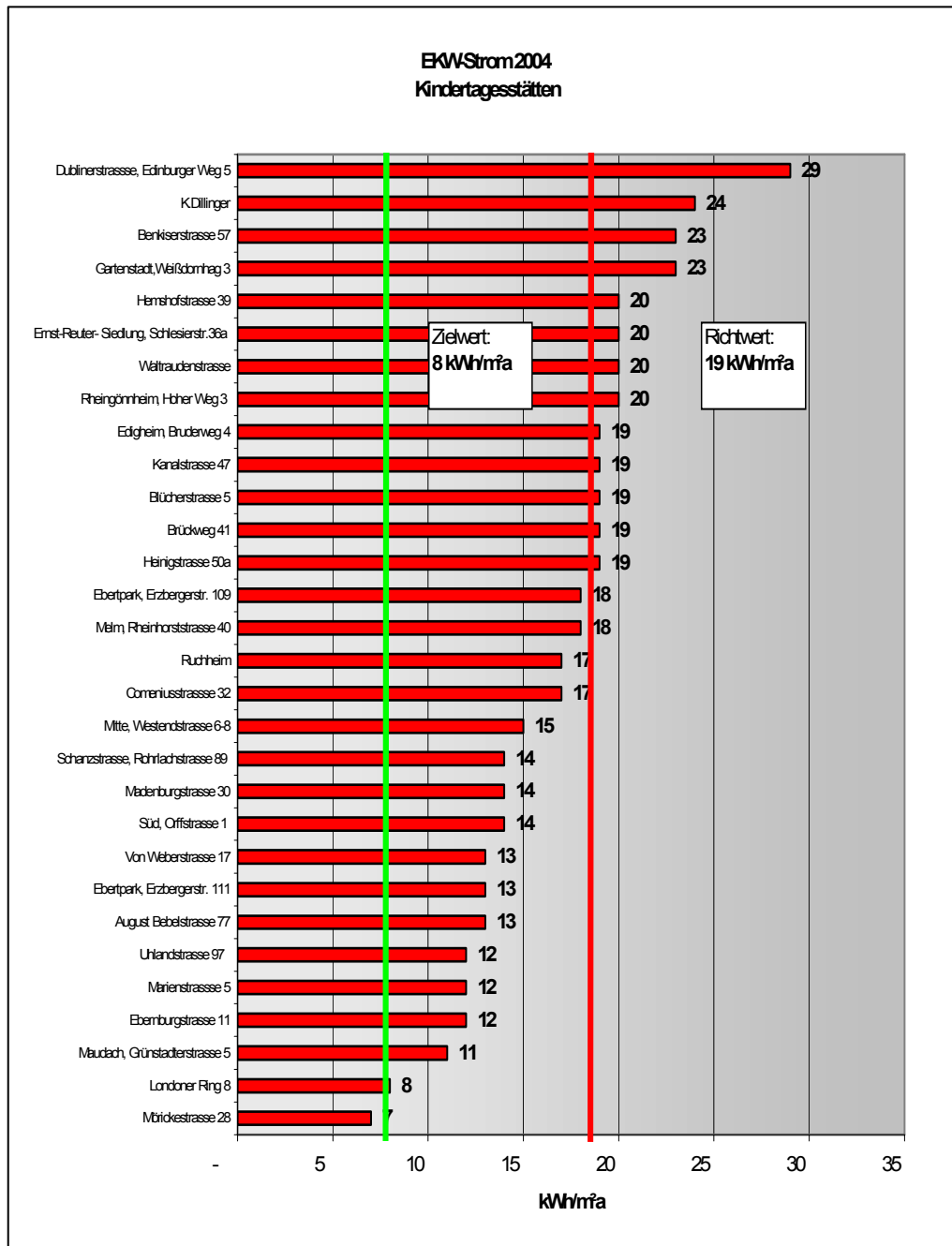


Bild 23: Stromkennwerte 2004, Kindertagesstätten

Anders als bei der Wärme spielen beim Stromverbrauch (wie auch bei Wasser) Faktoren wie Gruppenstärke, Ganztagsbetreuung und Essenszubereitung eine wesentliche Rolle.

Auffallend ist, dass die Stromkennwerte umso höher sind, je geringer die Nutzfläche der Einrichtung ist. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass eine bestimmte Grundausstattung an elektrischen Geräten (beispielsweise Küchenherd, u. U. Heißluftöfen, Spülmaschine, Kühl- und Tiefkühlschränke, Waschmaschine, Wäschetrockner) unabhängig von der absoluten Nutzfläche vorgehalten werden müssen.

Bei der Beurteilung der Einrichtungen ist neben dem EKW auch immer der Absolutverbrauch zu berücksichtigen.

### **Beispiele für KTS mit besonders hohem Stromverbrauch:**

#### KTS Benckiserstr. 57 (23 kWh/m<sup>2</sup>a)

Diese Einrichtung ist flächenmäßig eine der kleinsten KTS mit relativ hoher Personenzahl. Die Stromkosten betragen absolut aber jährlich unter 2.000 Euro. Die Ganztageeinrichtung ist sehr lange geöffnet (7-17 Uhr). Das Essen für die Kinder wird vor Ort gekocht. Zudem ist die Einrichtung mit einer Lüftungsanlage ausgestattet, die maßgeblich am Stromverbrauch beteiligt ist.

Die KTS wies in der Vergangenheit einen jährlichen Verbrauch zwischen 13.000 - 14.000 kWh auf. Der relativ hohe Stromverbrauch fiel bereits in 2003 im Zusammenhang mit der technischen Bestandsaufnahme auf. Vor Ort konnten aber zunächst keine Auffälligkeiten festgestellt werden.

In der TWL-Jahresendabrechnung für 2003 (Rechnungsdatum 13.02.2004) wurde dann aber ein Verbrauch von 73.651 kWh (!) registriert. Ein Ablesefehler von Seiten TWL lag nicht vor. Bei der aus diesem Anlass vorgenommenen gezielten Suche nach der Ursache wurde vor Ort festgestellt, dass der Strom für die Abluftanlage der Tiefgarage (Betreiber GAG) über den Stromzähler der KTS erfasst wurde. Infolge eines im Verlauf des Jahres 2002 entstandenen Defektes an der CO<sub>2</sub>-Warnanlage lief die Abluftanlage in 2003 bis Anfang 2004 durchgehend rund um die Uhr. Erst dieser Defekt und der damit verbundene sprunghafte Anstieg des Verbrauchs führten schließlich dazu, dass der fehlerhafte Anschluss der Abluftanlage an den Verbrauchszähler der KTS überhaupt bemerkt wurde.

Der Defekt an der Abluftanlage wurde daraufhin von der GAG behoben und in Mai 2004 die Abluftanlage von KTS-Zähler auf den GAG-Zähler umgeklemt. Die in 2003 verursachten Mehrkosten von rund 8.300 Euro wurden der Stadt von der GAG gutgeschrieben.

Da der gemessene Stromverbrauch bis 04/2004 noch diesen "Fremdverbrauch" aus der Tiefgarage enthält, können hier keine exakten Stromverbrauchswerte für das Kalenderjahr 2004 geliefert werden. Aus aktuell vom Energiecontrolling vorgenommenen Zählerablesungen in 07/2004 und 06/2005 kann der Jahresverbrauch mit ca. 12.200 kWh angesetzt werden. Dieser Verbrauch ist letztlich Basis des Energiekennwertes.

#### KTS Dubliner, Edinburger Weg (29 kWh/m<sup>2</sup>a)

Die Einrichtung ist mit 591 m<sup>2</sup> vergleichsweise klein. Ähnliche Randbedingungen wie in der Benckiser Straße, außer der Lüftungsanlage, treffen auch hier zu. Die Küche verfügt über mehrere Wärmeschränke und Konvektomaten zur Zubereitung der z.T. tiefgekühlten Speisen. Die Einrichtung ist lange offen (bis 17.00 Uhr), entsprechend hoch ist der Stromkennwert.

#### Karl-Dillinger (24 kWh/m<sup>2</sup>a)

Diese KTS ist mit 502 m<sup>2</sup> Fläche, verteilt auf 2 Etagen die kleinste Einrichtung. Da auch diese KTS über eine voll ausgestattete Küche verfügt, in der täglich das Essen für die Kinder zubereitet wird, sind auch hier die Verbrauchswerte vergleichsweise hoch.

#### KTS Gartenstadt, Weißdornhaag (23 kWh/m<sup>2</sup>a)

Der Energieverbrauch und der dargestellte EKW beruht nicht auf einer Verbrauchsmessung explizit für diese Einrichtung. Wie bei der Wärme resultiert der Stromkennwert aus einem nach kaufmännischen Kriterien festgelegten Verteilerschlüssel der Kosten auf Behördenhaus und Kindertagesstätte.

Dessen ungeachtet konnten keine Möglichkeiten festgestellt werden, den Verbrauch mit wirtschaftlich sinnvollen Maßnahmen zu senken.

#### Hemshofstraße 39 (20 kWh/m<sup>2</sup>a)

Ähnlich wie in der Benckiserstraße wurde auch in dieser KTS der Strom der Abluftanlage der GAG-Tiefgarage über den Zähler der Stadt abgerechnet. Auch hier baute die GAG die Anlagen auf eigene Kosten in 2004 um. Der Mehrverbrauch der Abluftanlage wurde mit rund 7.000 kWh (ca. 1.000 Euro) abgeschätzt. Entgeltige Werte für diese Einrichtung stehen erst nach Vorliegen der Jahresendabrechnung 2005 fest.

### **Beispiele für KTS mit besonders niedrigem Stromverbrauch**

#### KTS Mörickestr. 28 (7 kWh/m<sup>2</sup>a) und

#### KTS Londoner Ring (8 kWh/m<sup>2</sup>a)

Mit rund 1.800 m<sup>2</sup> (Mörickestr.) und 1.100 m<sup>2</sup> (Londoner Ring) sind die Grundflächen bei etwa gleich großer Gruppenstärke etwa zwei bis dreimal so groß, wie die kleinsten KTS. In diese KTS wird das Essen fertig zubereitet angeliefert, entsprechend geringes der Stromverbrauch der Küche. Da auch die Beleuchtungsanlagen dem Stand der Technik entsprechen, kann in diesen beiden Einrichtungen der Zielwert von 8 kWh/m<sup>2</sup>a eingehalten werden.

### 4.2.3 Wasser

Die Wasserkosten machen rund 13 % (= 43 T Euro) der Gesamtaufwendungen für Energie und Wasser in den KTS aus.

Beim Wasser weisen die Kennwerte eine große Streuung auf. Noch mehr als bei Strom und Wärme hängt der Wasserverbrauch von verschiedenen Faktoren wie z. B. Personenzahl und Außenanlagenbewässerung viel stärker ab, als von der Nutzfläche. So liegen die höchsten Wasserverbrauchswerte bei über 800 l/m<sup>2</sup>a (KTS Von Weber Str. und KTS Ernst-Reuter Siedlung), der geringsten Verbräuche liegen bei rund 250 l/m<sup>2</sup>a (KTS Londoner Ring und KTS Mörickestraße).

Diese Ergebnisse für Ludwigshafen decken sich auch mit den bundesweiten Vergleichswerten mit ebenfalls sehr weiter Streuung. Der bundesweite Mittelwert liegt bei 443. l/m<sup>2</sup>a, der Mittelwert in Ludwigshafen bei 448 l/m<sup>2</sup>a. Da der Bezug auf die Nutzfläche beim Wasserverbrauch nur begrenzt sinnvoll ist wird auf eine vergleichende grafische Darstellung der Wasserverbrauchswerte verzichtet.

Neben der in KTS begrenzten Einflussmöglichkeiten auf das Nutzerverhalten beschränken sich die Möglichkeiten zur Verbrauchsenkung bzw. Kostenoptimierung beim Wasser im Wesentlichen auf:

- Einsatz wassersparender Sanitärausstattung (erfolgt immer bei notwendig geworden Instandsetzung oder Modernisierungsmaßnahmen)
- Einbau separater Zähler für Grünanlagenbewässerung (ist bereits dort, wo wirtschaftlich sinnvoll, umgesetzt).

### 4.3 Contracting 34 Schulen

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von veralteten und nicht mehr voll funktionsfähigen Heizungsanlagen ersetzt. Großer Investitionsbedarf bestand und besteht aber nach wie vor im Bereich der Schulen. Gerade diese Objektgruppe stellt gleichzeitig den größten Kostenblock bei der Energiebereitstellung dar. Die betroffenen Anlagen waren zum Teil schon bis zu 35 Jahre in Betrieb, und hielten, wie in der Vergangenheit schon mehrfach geschehen, den technischen Anforderungen (insbesondere bei Höchstbelastung im Winter) nicht mehr zuverlässig Stand. Das erforderliche Investitionsvolumen betrug nach damaligen (1998) ersten Schätzungen für 24 dringend sanierungsbedürftige schulische Heizanlagen weit über 5 Mio. Euro. Diese Gelder waren aus dem städtischen Haushalt nicht zu finanzieren.

Um trotz der hohen finanziellen Belastung weiterhin eine gesicherte Wärmeversorgung der Schulen zu gewährleisten und gleichzeitig die Anlagen auf den neuesten technischen Stand zu bringen, beschloss der Stadtrat im Juni 2001 die Sanierung der Wärmeerzeugungsanlagen der Schulen über Energie-Contracting für insgesamt 34 Schulen mit den TWL durchzuführen.

Bei dem am 01.01.2002 gestarteten Energie-Contracting handelt es sich um eine komplexe Dienstleistung, die den bisherigen Versorgungsstatus zur Basis nimmt. Konkret bedeutet das, dass die Energieversorgungssituation des Basis-Zeitraums 1996-1998, d.h. der Energieverbrauch, der eingesetzte Energieträger, die Bereitstellungsleistung, sowie die Gradtagszahlen in diesem Zeitraum über die gesamte Vertragslaufzeit "eingefroren" wurde. Die Stadt als Contracting-Nehmer zahlt den TWL jährlich das Entgelt für Energie, wie es sich aus dieser Base-Line, korrigiert mit den aktuellen Gradtagszahlen und Energiepreisen des jeweiligen Abrechnungsjahres ergibt zuzüglich Instandhaltungskosten.

Im Gegenzug übernehmen die TWL als Contracting-Dienstleister die Investition für die Erneuerung der Heizanlagen und Optimierungsmaßnahmen, die wärmetechnische Betriebsführung aller 34 Schulen, von der Wärmeerzeugung, über die Verteilung, die Heizkörper bis hin zur Einflussnahme auf das Nutzerverhalten. Spart eine Schule aufgrund eigener Initiativen Energie ein, bekommt sie von den TWL einen finanziellen Bonus.

#### **Eckpunkte des Einspar-Contracting-Vertrags:**

- Vertragslaufzeit:	20 Jahre
- Brennstoffverbrauch (Energie-Baseline: 1996-1998):	47.044 MWh/a
- Investitionsvolumen gesamt:	7.500.000 €
- Energiebewirtschaftungsbudget (brutto), Preisstand 2000	2.232.047 €/a
davon Energiekosten:	1.871.444 €/a
davon Instandhaltungskosten:	360.603 €/a
- Garantierte Energieeinsparung (bezogen auf Base-Line):	20 %
- Reduzierung CO <sub>2</sub> -Emissionen (bezogen auf Base-Line)	30 %

Die Kosten für die Wärmebereitstellung entwickeln sich so, als wenn sich seit dem Basiszeitraum keine Veränderungen bzgl. der Wärmeversorgungstechnik und /oder Tarifierung ergeben würde.

Folgende Grafik zeigt die Kostenentwicklung seit Beginn der Contracting 2002 im Vergleich zur Base-Line von 1996-1998.

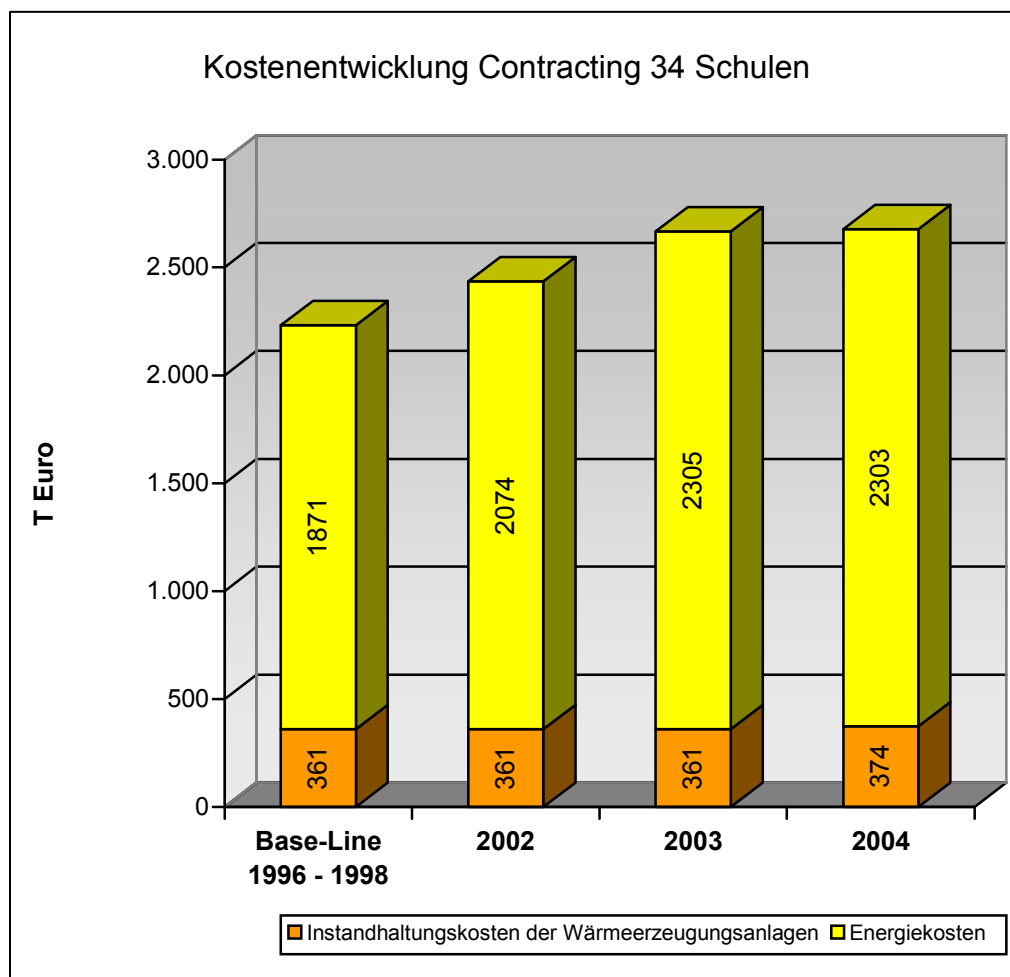


Bild 24: Kostenentwicklung Contracting 34 Schulen

Die Kostensteigerung im Bezug auf die Base-Line 96-98 ist ausschließlich auf die Preissteigerung von Fernwärme, Erdgas und Heizöl ab 2000 zurückzuführen. Ab Ende 2003 und in 2004 wirken sich die von der Stadt durchgeführten bautechnische Sanierungs- und Dämmmaßnahmen preisdämpfend aus.

Die Stadt kann mit diesem Projekt zwar keine Kostensenkung verbuchen, hat aber während der 20-jährigen Laufzeit des Vertrages auch keine zusätzlichen Kosten für Reparatur und Ersatzinvestitionen bei den Wärmeerzeugungsanlagen.

Im Einzelnen wurden folgende Maßnahmen von der Stadt umgesetzt und sind in der Kostenberechnung der TWL berücksichtigt:

Schule	Maßnahme	Verbrauchs- änderung [MWh/a]	Kosten- änderung [Euro/a]
Hans-Loschky -Schule	Einbau neuer Lichtkuppeln in der Sporthalle (02/2003)	- 69,6	- 2.700
Schulzentrum Edigheim	Wärmedämmung der Dachfläche (Teildämmung) (09/2003)	- 9,9	- 300
Karl-KreuterSchule	Erweiterungsbau (Neubau) mit zusätzlichem Wärmebedarf (09/2002)	+ 47,6	+ 1.400
Anne-Frank-Realschule	Sanierung und Dämmung Ostfassade und Einbau neuer Fenster (09/2002 und 09/2003)	- 267,0	- 10.150
Carl-Bosch-Gymnasium	Neue Fenster an Süd- und Ostfassade (11/2003)	- 33,3	-1.250
<b>Gesamt</b>		<b>- 332,2</b>	<b>- 13.000</b>

Der gesamte Heizenergieverbrauch wurde gegenüber dem Referenzwert um 8.624 MWh vermindert. Davon entfallen rund 96 % auf die von den TWL durchgeführten Modernisierungs- und Optimierungsmaßnahmen an der Wärmeerzeugungsanlagen und rund 4 % (332,2 MWh) auf Maßnahmen der Stadt.

Insgesamt wurden damit, bezogen auf den Referenzwert des Gesamtverbrauchs, witterungskorrigiert Gesamteinsparungen von insgesamt 18 % erzielt.

Für detailliertere Informationen zum Contracting und den von Seiten der TWL durchgeführten Maßnahmen wird auf den jährlich im Frühjahr von den TWL verfassten Energiebericht "Energiebewirtschaftungsvertrag-Contracting-34-Schulen" verwiesen.

## 5 Beispiele für Maßnahmen zur Energieoptimierung

Folgend werden beispielhaft einige Maßnahmen dargestellt, die verdeutlichen welche Einsparpotentiale in technischen und/oder baulichen Sanierungsmaßnahmen stecken. Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, es soll aber verdeutlichen, dass auch "kleine" Maßnahmen in der Summe zu beachtlichen Einsparerfolgen führen können.

### 5.1 Generalsanierung Bezirkssportanlage Gartenstadt

In den Jahren 2001 und 2002 musste die Bezirkssportanlage Gartenstadt umfassend saniert werden. So erhielt die Halle einen Vollwärmeschutz für Fassade und Dach entsprechend der EnEV. Gleichzeitig wurde der mit Erdgas betriebene Strebel-Heizkessel (Baujahr 1966, 104 kW) gegen einen Gas-Brennwert-Kessel ersetzt und eine Lüftungsanlage installiert.

Die Auswirkung auf Verbrauch und Kosten wird aus folgenden Bildern deutlich:

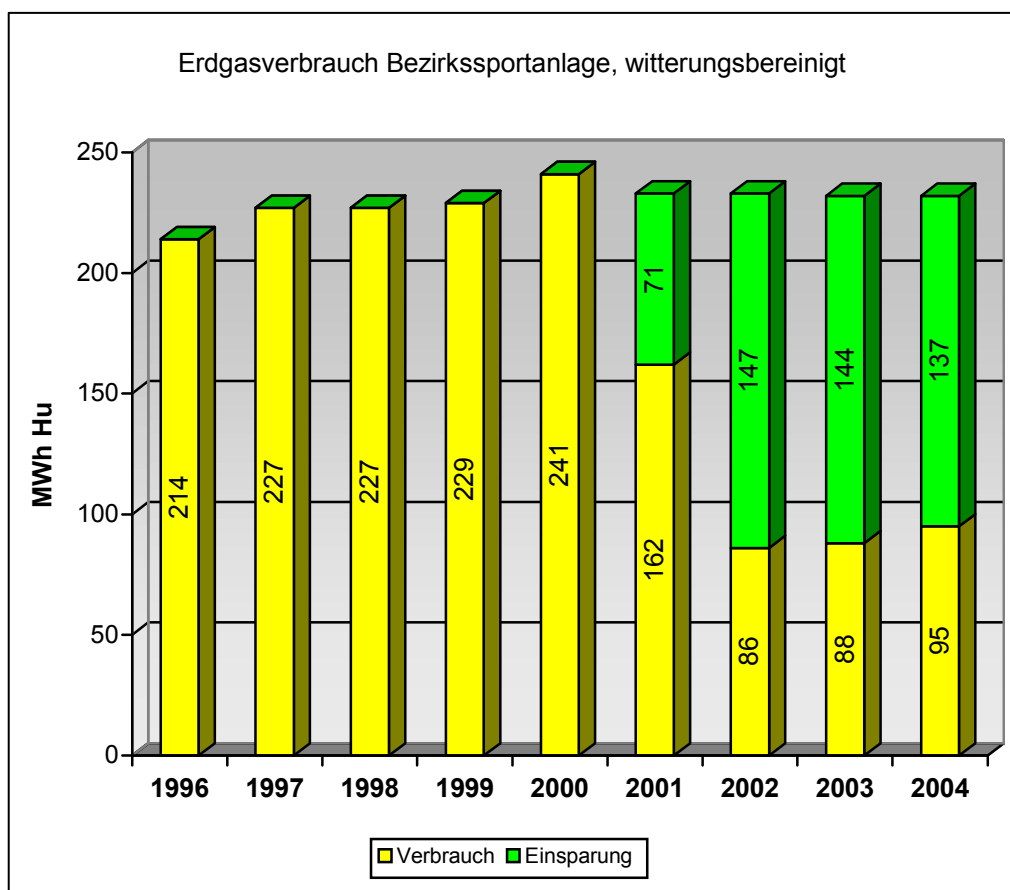


Bild 25: Verbrauchsentwicklung Erdgas in der Bezirkssportanlage Gartenstadt



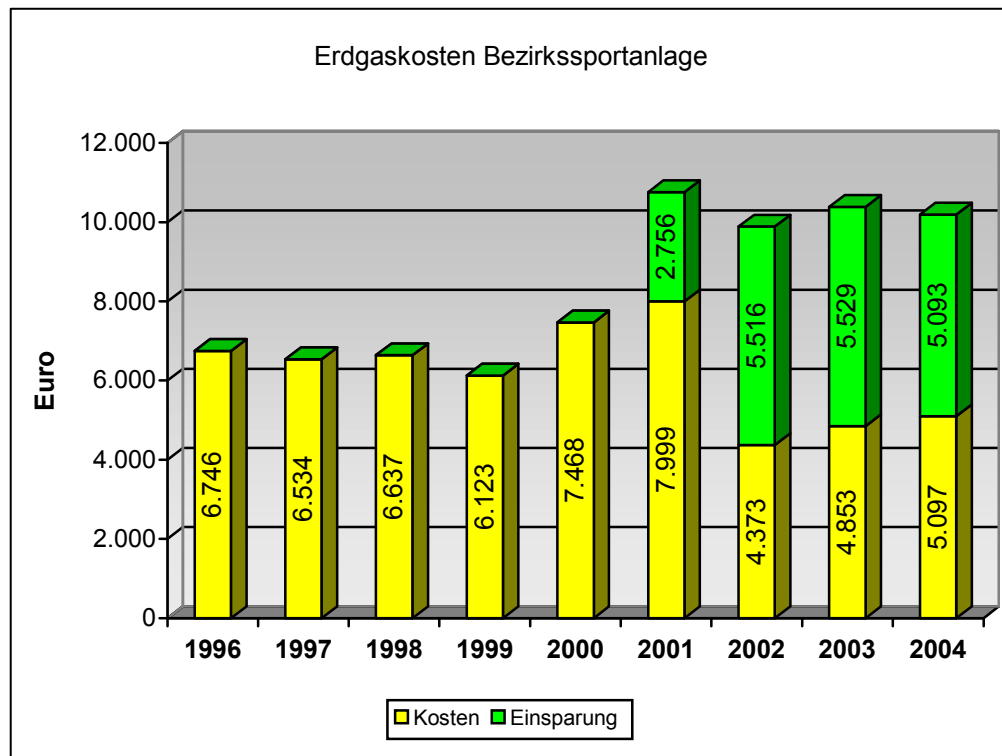


Bild 26: Verbrauchsentwicklung Erdgas in der Bezirkssportanlage Gartenstadt

Ab 2002 beträgt die durch diese Komplettanierung erzielte Einsparung mehr als 50 %. Seit Durchführung der Maßnahme bis Ende 2004 konnten dadurch die Wärmekosten um insgesamt 19.000 Euro gesenkt werden.

Im Jahr 2001 wird deutlich welche enormen Auswirkungen die Energiepreissteigerung auf die Kosten haben kann. Durch die erzielten Energieeinsparungen konnten die Wärmekosten weitgehend konstant gehalten werden. Ohne Einsparmaßnahmen wären die Wärmekosten auf über 10.000 Euro angestiegen.

## 5.2 Einsatz wasserloser Urinale

Wasserlose Urinalanlagen in den öffentlichen Liegenschaften der Stadtverwaltung, insbesondere in Schulen und Sportstätten werden schon seit mehr als 20 Jahren eingesetzt. Inzwischen sind insgesamt rund 1.500 Becken/Standorte mit dieser wasser-sparenden Technologie ausgestattet.

Ein Wechsel von konventionellen Anlagen zu wasserlosen Systemen erfolgt immer dann, wenn Sanitäranlagen saniert werden müssen oder neu eingerichtet werden. Der Einsatz führt zu einer nicht unbedeutenden Einsparung an Wasser und Betriebskosten. Pro Benutzung werden 3 Liter Wasser und Abwasser eingespart. Da bei der Herstellung auf entsprechende Installationen wie Rohrleitungen, Absperrarmaturen, Druckspüler verzichtet werden kann, die Systeme über keine mechanischen und elektronischen Verschleißteile verfügen, sind sowohl die Investitions- als auch die Instandhaltungskosten geringer als bei konventioneller Technik.

### Funktionsprinzip:

Die Becken weisen eine spezielle glatte Oberfläche auf, die mit einem biologisch abbaubaren Desinfektionsmittel (auf pflanzlicher Basis) beschichtet sind. Diese Beschichtung verhindert die Vermehrung der im Urin vorhandenen Bakterien und damit die Entstehung von Gerüchen. Gleichzeitig bietet das Desinfektionsmittel die Gewähr für permanenten Bakterienabbau. Die wesentliche Komponente dieses Systems ist der Spezial-Ablauf-Siphon, der mit einer ebenfalls biologisch abbaubaren Sperrflüssigkeit gefüllt ist, die spezifisch leichter ist als Urin. Somit ist eine Geruchsbildung ausgeschlossen, da die Kanalgase zurückgehalten und die Zersetzung des Urins in der Sperrflüssigkeit verhindert wird. Diese Spezialflüssigkeit muss, je nach Frequentierung ein bis dreimal pro Jahr durch die Wartungsfirma ersetzt werden. Da kein Wasser in das Abwassersystem gelangt, ist mit diesem System keine Inkrustation im Abflussrohr mehr möglich.

### Wirtschaftlichkeit:

Eine aktuell vorgenommene Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Anlagen in Ludwigshafen führte zu folgenden Ergebnissen:

	<b>Wassergespülte WC</b>	<b>Wasserlose Urinale</b>
Wasserverbrauch	26.730 m <sup>3</sup> /a	0 m <sup>3</sup> /a
Wasserkosten (2,73 €/m <sup>3</sup> )	72.973 Euro	0 Euro
Reparaturen	17.226 Euro	0 Euro
Betriebskosten	90.199 Euro	72.202 Euro
<b>Einsparung</b>		<b>17.997 Euro/a</b>

Zum Vergleich: Die jährlich eingesparte Wassermenge von 26.730 m<sup>3</sup> würde ausreichen, um beispielweise ein Schwimmbecken (50,0 \* 21,0 \* 2,2 m<sup>3</sup>) mindestens 11-mal zu befüllen.

### 5.3 Teilsanierung Beleuchtungsanlage Großraum Rathaus

Im Zuge des Umbaus des Großraumbüros im 2. OG des Rathauses wurde eine Teilsanierung der Beleuchtungsanlage vorgenommen. Durch die neue Leuchtentechnik reicht nunmehr der Einsatz von einflammigen Leuchten, dort wo früher zweiflammige Leuchten installiert waren. Eine weitere Effizienzsteigerung ergibt sich durch den Ersatz der bisher verwendeten verlustarmen Vorschaltgeräte (VVG) gegen dimmbare elektronische Vorschaltgeräte (EVG). Dadurch reduziert sich die Gesamtanschlussleistung (96 Leuchten) von ehemals 12,48 kW auf nunmehr rund 4,2 kW. Bei einer Betriebszeit von 2.500 Stunden pro Jahr resultiert daraus folgende Verbrauchs- und Kostensenkung (hier 12 Ct/kWh):

**Einsparung:** 20.700 kWh/a bzw. **2.500 €/a**

### 5.4 Optimierung Treppenhausbeleuchtung Stadthaus Bismarckstraße

Im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung des Energiecontrolling zusammen mit dem Bereich Umwelt im Verwaltungsgebäude Stadthaus Bismarckstraße wurde man auf die Beleuchtungsanlage im Treppenhaus aufmerksam. Hier waren noch insgesamt 84 Stück 40 W-Glühlampen in Betrieb. Bei den in diesem Gebäude relativ hohen Betriebszeiten der Treppenhausbeleuchtung waren sowohl die Stromkosten als auch die Kosten für die Lampenwechsel - zurückzuführen auf die schwer zugänglichen Leuchte im Zentrum des Treppenhauses - unangemessen hoch. Gemeinsam mit dem Gebäudemangement wurde nach eine Lösung gesucht und eine unkonventionelle Lösung für den Komplettaustausch gefunden (siehe Bild).



Bild 27: Lampenaustausch durch Spezialfirma

Mit Hilfe einer Spezialfirma konnten sämtliche Glühlampen (40 W) gegen Energiesparlampen (9 W) ausgetauscht werden. Da Energiesparlampen über eine deutlich höhere Betriebszeit wie Glühlampen verfügen (8 bis 10-fache Lebensdauer) wird zukünftig auch der Aufwand für den Lampenaustausch erheblich reduziert.

Durch den Lampenwechsel reduziert sich die Gesamtanschlussleistung von ehemals 3,36 kW auf nunmehr rund 0,75 kW. Bei einer Betriebszeit von hochgerechnet 1.800 Stunden pro Jahr resultiert daraus folgende Verbrauchs- und Stromkostensenkung (hier 15 Ct/kWh):

**Einsparung:** ca. 4.700 kWh/a bzw. **700 €/a**

## 5.5 Einsatz elektronisch geregelter Heizungsumwälzpumpen

Umwälzpumpen sind langlebige Produkte. Zehn Jahre nach der Installation sind noch ca. 60-70 % der Pumpen in Betrieb. Der wirtschaftliche Betrieb einer Pumpe wird daher weniger von den Anschaffungskosten als vielmehr vom Stromverbrauch über die Lebensdauer bestimmt. Die Stromkosten betragen ein Vielfaches der Anschaffungskosten.

Heizungspumpen müssen während 80 % der Heizperiode weniger als die Hälfte des Nennheizförderstroms bewegen. An weniger als 10 Tagen werden mehr als 80 % Heizlast gefordert. Dennoch laufen ungeregelte Pumpen durchgehend mit maximaler elektrischer Leistungsaufnahme und damit äußerst ineffizient. Hinzu kommt, dass durch unnötigen Heizwassertransport in den oft weitläufigen Heizkreisen zusätzlich enorme vermeidbare Wärmeverluste im Verteilernetz und am Kessel entstehen.

Elektronisch geregelte Pumpen verbrauchen 40-50 % weniger Energie als moderne Standardpumpen und bis zu 70 % weniger als ungeregelte Pumpen, die noch vielfach im Gebäudebestand anzutreffen sind. Die Mehrkosten dieser Pumpen machen sich sehr schnell, i.d.R. schon nach 2 Jahren bezahlt.

Folgerichtig schreibt die Energieeinsparverordnung (EnEV) für Heizkreise ab 25 kW Wärmeleistung den Einsatz selbsttätig regelbarer Pumpen in mindestens 3 Stufen vor. Hier bestand und besteht Handlungsbedarf.

Aufgrund dieser deutlichen Einsparpotentiale und nach einem erfolgreichen Praxisversuch mit vergleichender Strommessung in der Bliesschule entschloss man sich im Frühjahr 2002 bei notwendigem Austausch defekter Pumpen, aber auch in Einzelfällen, wenn wirtschaftlich sinnvoll, nur noch elektronisch geregelte Pumpen einzubauen. Auch konnte erreicht werden, dass die TWL in den seit 2002 über Contracting betreute Schulen im Bedarfsfall diese stromsparende Pumpen ohne Mehrkosten für die Stadt installiert.

Seit 2002 bis Ende 2004 wurden in diversen Liegenschaften der Stadt bislang ca. 35 Pumpen ausgewechselt. Jede diese Pumpen spart nach vorsichtiger Schätzung im Schnitt pro Jahr etwa 1000 - 1.200 kWh Strom ein. Insgesamt resultiert daraus für die Liegenschaften der Stadt (ohne Contracting-Schulen) bislang folgende Einsparung (ca. 12 Ct/kWh):

**Einsparung:** 63.800 kWh/a bzw. **7.650 €/a**

Diese Maßnahme ist noch nicht abgeschlossen und wird kontinuierlich fortgeführt.

## 6 Nutzung von Solarenergie

Von Bürgern privat errichtete thermische Solaranlagen und Fotovoltaikanlagen wurden in der Vergangenheit (bis zum Jahr 2001) von der Stadt finanziell gefördert. Das städtische Solarprogramm beinhaltete neben der finanziellen Förderung auch eine Solarberatung zu allgemeinen technischen und finanziellen Fragestellungen. Auch in städtischen Objekten wurden bis dahin einige Solaranlagen realisiert.

Durch diese Initiative ist auch ein Beitrag zur Festigung und zum Erhalt von Arbeitsplätzen in Ludwigshafen und in der Region geleistet worden.

In Zahlen:

- 145 Solaranlagen (Strom + Wärme) von Bürgern wurden gefördert
- Solaranlagen im Wert von 900.000 Euro wurden mit Hilfe des Programms errichtet
- Ca. 750 m<sup>2</sup> Kollektorflächen wurden installiert
- Ca. 375.000 kWh Nutzenergie pro Jahr werden eingespart
- Ca. 100.000 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr werden vermieden

Aus Kostengründen mussten diese freiwilligen finanziellen Leistungen für Bürger (200.000 DM pro Jahr) wie auch das Programm für städtische Solaranlagen (500.000 DM pro Jahr) entsprechend den Vorgaben der Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion (ADD) eingestellt werden. Aufgrund der dramatischen Haushaltslage wurde der Fokus auf Sanierungsmaßnahmen gelegt und jeder Euro in Bestandserhaltung gesteckt.

Dennoch wurden und werden nach wie vor interessierte Bürger über die Möglichkeiten zum Einsatz von Solarenergie beraten (Förderberatung durch den Bereich Umwelt).

Auch wenn seinerzeit das Solarförderprogramm aus finanziellen Gründen eingestellt werden musste, so leisteten und leisten die installierten Anlagen auch in Zukunft einen spürbaren Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Nachfolgend ein Überblick über den Bestand der von der Stadt errichteten Anlagen zur Nutzung von Solarenergie. Die Anlagen wurden meist in Zusammenhang mit anstehenden Sanierungs- Modernisierungsmaßnahmen realisiert:

<b>Anlagenart</b>	<b>Objekt</b>	<b>Kollektor- fläche</b>	<b>CO<sub>2</sub>- Senkung</b>
		<b>[m<sup>2</sup>]</b>	<b>[kg/a]</b>
<u>Absorberanlage</u> (direkt durchflossene Anlage zur Beckenwassererwärmung)	- Freibad Willersinn	1.200	55.000
<u>Thermische Solaranlage</u> zur Brauchwarmwasserbereitung	- Erich-Kästner Schule - Sporthalle Gosse Gasse, Oppau - Hallenbad Oggersheim/Turnhalle IGSLO - Turnhalle Bliesschule - Sporthalle Adolf-Diesterweg-Schule - Altenwohnheim Friesenheim (inzwischen GAG) - Hallenbad-Süd - LuZie, Kärtnerstraße - Sporthalle Hochfeldschule - Sporthalle BBS Franz-Zang-Str.	550	75.000
<u>Fotovoltaikanlage</u> zur Stromspeisung	- IGSLO Oggersheim - BBS Franz-Zang-Str.	24	14.000

Mit den oben aufgeführten Anlagen wird eine Gesamteinsparung an Nutzenergie von rund 540.000 kWh pro Jahr erzielt. Dies entspricht einer Heizölmenge von rund 53.000 Litern. Bei den derzeitigen Energiekosten (brutto) von rund 60 Ct/Liter Heizöl (Stand 09/2005) entspricht dies einer Kosteneinsparung von knapp 32.000 Euro pro Jahr.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Nachfolgend einige Daten aus dem Bericht zusammengefasst. Gegenübergestellt sind die Verbrauchs- und Kostendaten der Jahre 2002 und 2004.

### **STROM, Allgemeinstrom**

- ⇒ 13 % Verbrauchsenkung (von 17.915 auf 15.549 MWh)
- ⇒ 14 % Strompreissenkung bei steigenden staatlichen Abgaben (Durchschnittspreis von 12,95 auf 11,15 Ct/kWh)
- ⇒ 18 % Stromkostensenkung (von 2.256 auf 1.856 T€ durch Neuverhandlung Rahmenvereinbarung)

### **STROM, Straßenbeleuchtung:**

- ⇒ 18 % Senkung der Anschlussleistung pro Leuchte seit 1997 (von 127 W in 1997 auf 104 W in 2004)
- ⇒ Verbrauch fallend, bei stetiger Zunahme der Beleuchtungspunkte und Verbesserung der Beleuchtungssituation
- ⇒ Kosten nahezu konstant bei stetig steigendem Strompreis

### **WÄRME / KÄLTE**

- ⇒ 20 % Verbrauchssenkung (witterungsbereinigt von 77.574 auf 61.876 MWh, im Mittel über alle Wärmeträger inklusive Contracting-34-Schulen)
- ⇒ Wärmepreise nahezu konstant mit leicht steigende Tendenz
- ⇒ Wärmekosten nahezu konstant bei rund 4 Mio. € (keine Witterungsbereinigung)

### **WASSER / ABWASSER**

- ⇒ + 20 % Verbrauchsanstieg (von 208 Tm<sup>3</sup> auf 252 Tm<sup>3</sup>)
- ⇒ + 11 % Kostensteigerung (Von 476 T € auf 529 T €)

### **CO<sub>2</sub>-Emissionen:**

- ⇒ 15 % CO<sub>2</sub>-Senkung seit 2000 (bezogen auf Gesamtverbrauch Strom und Wärme, witterungsbereinigt)
- ⇒ 24 % CO<sub>2</sub>-Senkung in den Contracting-Schulen (bezogen auf Base-Line 96-98) witterungsbereinigt)

Durch laufendes Controlling der Betriebsparameter von Heizungsanlagen und sonstigen Energieanlagen aber auch durch energiesparendes Verhalten der Nutzer lassen sich nicht unerhebliche Mengen an Energie und Wasser einsparen. Auch führen die - immer im Rahmen der finanziellen Möglichkeiten - vorgenommenen Bauunterhalts- und Sanierungsmaßnahmen zur Energiekostenreduzierungen.

Zum Nutzerverhalten finden sich entsprechende Hinweise im Intranet der Stadtverwaltung:

*Schwarzes Brett => Forum => Tipps zum Umweltschutz.*

Auf den vom Bereich Umweltschutz erstellten und ständig aktualisierten Seiten finden Mitarbeiter/Innen der Stadtverwaltung neben Broschüren des Bundesumweltamtes (als pdf-Dateien) eine Vielzahl von Tipps und Anregungen zum richtigen Umgang mit Energie und Wasser am Arbeitsplatz und im Privatbereich. Es werden nützliche Hinwei-

se für energiesparende Nutzung der vielfältigen Elektro- und Kommunikationsgeräte, dem Licht, der Heizung und beim Wasser gegeben.

All diese Maßnahmen stoßen allerdings dann an ihre Grenzen, wenn die technischen Anlagen veraltet, und die Bausubstanz dringend sanierungsbedürftig ist.

Es ist unbestritten, dass an den öffentlichen Gebäuden der Stadt Ludwigshafen nach wie vor großer Handlungsbedarf bei Investitionen zur Energieeinsparung besteht.

Ebenso wichtig ist die möglichst vollständige Erfassung der Energiekennwerte als eine wesentliche Grundlage für jede weitere wirtschaftliche Überlegung. Eine Prioritätensetzung nach verfügbaren Finanzmitteln und Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist unabdingbar. Gerade wegen fehlender Finanzmittel werden vom Energiecontrolling nach wie vor Maßnahmen forciert, die ohne oder nur mit geringen Investitionen zur Kostenreduktion führen.

Vor diesem Hintergrund erarbeitet das Gebäudemanagement in 2005 Energiestandards für Neubau und Sanierung städtischer Liegenschaften. Diese Energiestandards ergänzen bestehende Gesetze, Richtlinien und Normen. Sie sollen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und bei Bedarf fortgeschrieben werden.

**Oberster Grundsatz bei allen kommunalen Bauvorhaben soll sein, die Summe aus Investitions-, Betriebs-, und Entsorgungskosten über die Lebensdauer der Gebäude zu minimieren.**

Die Möglichkeiten zum Einsatz von Solarenergie, Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplung werden dabei grundsätzlich bei der Entwicklung von Energiekonzepten in die Betrachtungen mit einbezogen. Bei begrenzten Finanzmitteln wird allerdings beispielsweise eine Modernisierung eines veralteten Heizkessels sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht eine höhere Priorität aufweisen als eine Solaranlage, weil bei gleich hohem Investitionsbedarf ein moderner Heizkessel mehr CO<sub>2</sub> als eine Solaranlage einspart. Sofern eine Biomassenanlage gegenüber einer konventionellen Heizanlage (z.B. Gas-Brennwert-Kessel) unter Berücksichtigung von Investitionsbedarf, Betriebssicherheit und Betriebskosten günstiger ist, wird auch eine solche Anlage berücksichtigt.

Bei allen Neubauvorhaben wird ein Energiekonzept unter Einbeziehung aller relevanten Gewerke entwickelt (Stichwort: Intergrale Planung). So ist z.B. die Begrenzung des solaren Energieeintrages qualifiziert nachzuweisen. Externe solare Lasten müssen durch eine Begrenzung des solaren Energieeintrages soweit reduziert werden, dass keine aktive Kühlung erforderlich ist. Der Sonnenschutz ist so zu planen, dass bei aktivem Sonnenschutz kein Kunstlicht erforderlich wird. Bei Sanierungen ist dafür Sorge zu tragen, dass der Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach der Sanierung niedriger liegen als zuvor.