



ages GmbH

KEA-Bericht

Kommunale Liegenschaften

Berichtsjahr 2000

Automatisch
erstellter Bericht als
WORD.DOC mit
dem Programm
EKOMM



Testkommune

ages GmbH – 48143 Münster – Klosterstr. 3
Tel. 0251/4847810 - www.ages-gmbh.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
2. Zusammenfassende Bewertung.....	4
2.1 Energiestatistik.....	5
2.2 Verbräuche	6
2.3 Entwicklung der Verbräuche zu Flächen.....	8
2.4 Endenergieverbrauch nach Energieverwendung	9
2.5 Kosten.....	13
2.6 Emissionen	15
2.7 Verbrauchskennwerte	16
3. Grobanalysen der Objekte	17
4. Darstellung der ausgewählten Objekte	18
4.1 Grundschule Teststadt.....	18
4.2 Rathaus Teststadt.....	21
4.3 Gymnasium Teststadt.....	24
5. Anhang:.....	27
5.1 ALLGEMEINES.....	27
5.2 Grundlagen und Definitionen	28
5.3 Stammdaten und Zählerstrukturen der Objekte	38

1. Einführung

Unter diesem Punkt kann ein individuelles Vorwort oder eine Einführung in das Thema verfasst werden.

2. Zusammenfassende Bewertung

Folgende kommunale Liegenschaften werden derzeit erfasst und ausgewertet:

Objekt	Adresse	Fläche [m²]
Grundschule Teststadt	Dorfstr. 14-	1.977
Rathaus Teststadt	Marktplatz 1	1.173
Gymnasium Teststadt	Schillerstr. 76	7.146
Summe		10.296

Table 2.0: Übersicht der Objekte

In den nachfolgenden Kapiteln erfolgt für diese Liegenschaften eine verdichtete Darstellung der Energie- und Wasserverbräuche sowie der dazugehörigen Kosten und Emissionen. Darauf aufbauend wird eine qualitative Bewertung auf der Basis von Verbrauchskennwerten durchgeführt.

2.1 Energiestatistik

Energiestatistik Jahr 2000	Verbräuche			Kosten			CO ₂	
	Verbrauchs- menge in kWh	Verände- rung zum Vorjahr in %	Verände- rung zum Basisjahr in %	Kosten in DM	Verände- rung zum Vorjahr in %	Verände- rung zum Basisjahr in %	CO ₂ in Tonnen	Anteil an gesamten CO ₂ - Emissionen in %
Gas	1.407.640	-3	-35	92.621	15	-3	366	76,3
Strom	185.122	4	8	54.182	-6	13	114	23,7
Endenergie Strom gesamt	185.122	4	8	54.182	-6	13	114	23,7/21,3*
Endenergie Wärme gesamt	1.407.640	-3	-35	92.621	15	-3	366	76,3
Endenergie Wärme gesamt bereinigt	1.622.266	-1	-13	92.621	15	-3	422	78,8
Endenergieeinsatz gesamt	1.592.762	-2	-32	146.803	6	2	480	100
Endenergieeinsatz gesamt bereinigt	1.807.388	0	-11	146.803	6	2	536	100
Primärenergieeins atz gesamt	2.244.534	-1	-28	146.803	6	2	480	100
Primärenergieeins atz gesamt bereinigt	2.502.085	0	-9	146.803	6	2	536	100

Table 2.1: Überblick über den absoluten Energieverbrauch und die Energiekosten aller Liegenschaften 2000 im Vergleich zum Vorjahr und Basisjahr

* %-Anteil an gesamten CO₂-Emissionen von der Endenergie gesamt bzw. von der Endenergie gesamt bereinigt

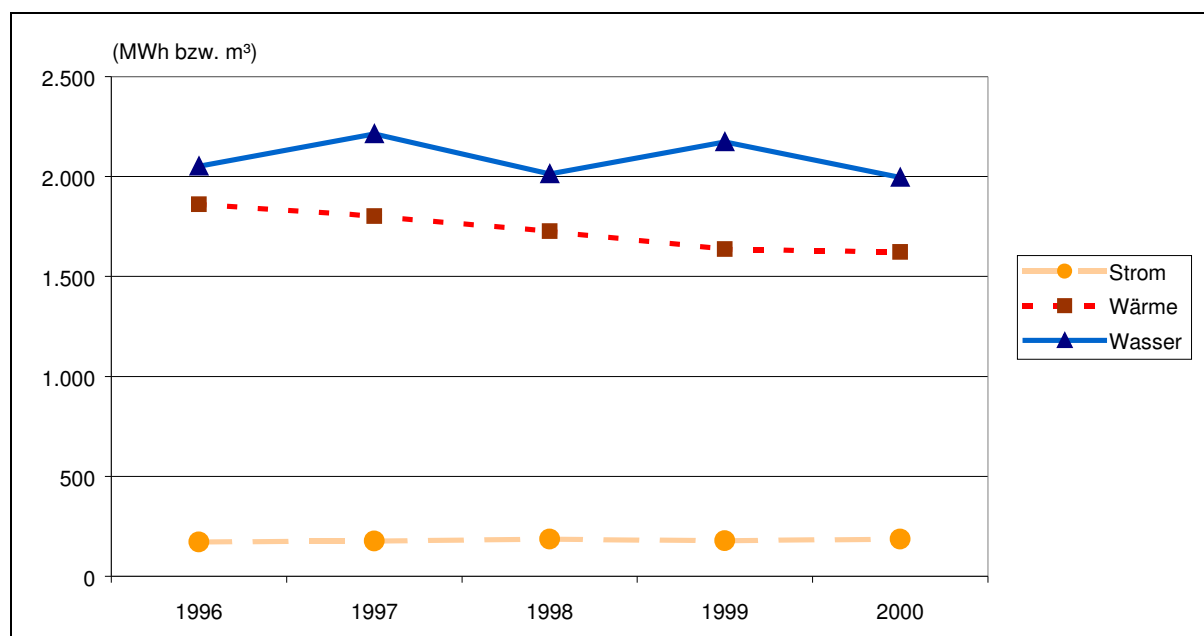
2.2 Verbräuche

Die Energie- und Wasserverbräuche für die **3** untersuchten Objekte schlüsseln sich wie folgt auf:

Strom	Energieverbrauch		Wasserverbrauch Wasser
	gemessen	Wärme witterungsbereinigt	
[kWh]	[kWh]		[m ³]
185.122	1.407.640	1.622.266	1.995
Veränderung gegenüber dem Vorjahr			
4%	-3%	-1%	-8%

Tabelle 2.2.1: Verbräuche 2000

Die Entwicklung von Strom- (MWh) und Wasserverbrauch (m³) sowie des witterungsbereinigten Wärmeverbrauchs (MWh) in den vergangenen Jahren stellt sich wie folgt dar:

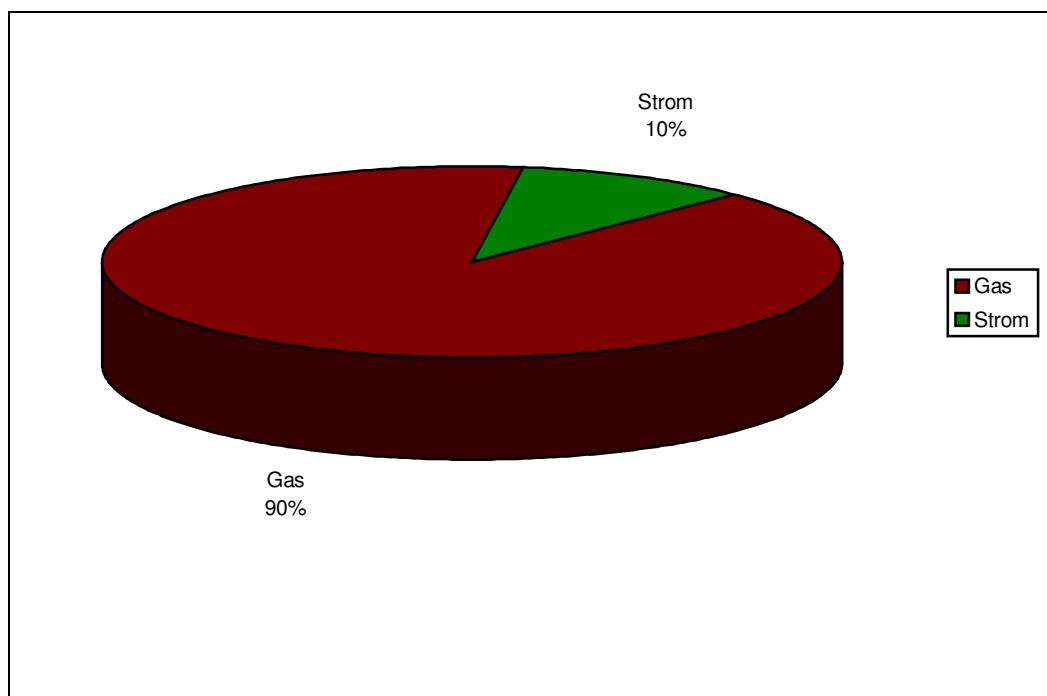


Grafik 2.2.1: Entwicklung des Energieverbrauchs

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

	Anteil (%) am gesamten Endenergiebedarf
Gas	89,8
Strom	10,2

Tabelle 2.2.2: **Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2000**



Grafik 2.2.2: **Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2000**

2.3 Entwicklung der Verbräuche zu Flächen

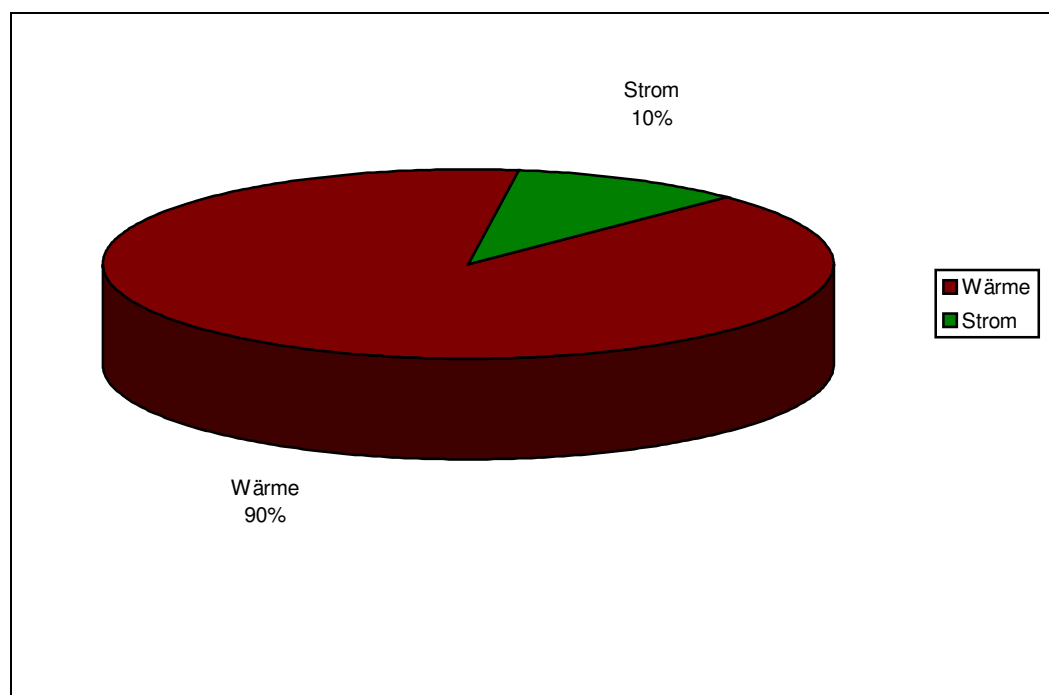
Jahr	Flächen	Wärme ber.			Strom			Wasser		
		Verbrauch in MWh	MWh / m ²	Index	Verbrauch in MWh	MWh / m ²	Index	Verbrauch in m ³	m ³ / m ²	Index
1996	24.485	1.861	0,08	100	171	0,01	100	2.052	0,08	100
1997	24.485	1.802	0,07	97	176	0,01	103	2.213	0,09	108
1998	24.485	1.726	0,07	93	185	0,01	108	2.013	0,08	98
1999	24.485	1.637	0,07	88	178	0,01	104	2.173	0,09	106
2000	24.485	1.622	0,07	87	185	0,01	108	1.995	0,08	97

Tabelle 2.3.1: Entwicklung der Verbräuche unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit dem Basisjahr 1996

2.4 Endenergieverbrauch nach Energieverwendung

	Anteil (%) an gesamter Energieverwendung
Wärme	89,8
Strom	10,2

Tabelle 2.4.1:..Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2000



Grafik 2.4.1: Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2000

Die nachfolgenden Tabellen 2.4.2 bis 2.4.4 zeigen die Entwicklung der Verbräuche der **3** Objekte in den Jahren 1996 bis 2000.

Objekt	Stromverbrauch in kWh				
	Jahr 1996	Jahr 1997	Jahr 1998	Jahr 1999	Jahr 2000
Grundschule Teststadt	23.318	27.357	30.467	25.748	25.369
Gymnasium Teststadt	114.799	112.040	115.025	110.932	116.800
Rathaus Teststadt	32.953	37.049	39.211	41.526	42.953
Summe	171.070	176.446	184.703	178.206	185.122

Tabelle 2.4.2:..Entwicklung des Stromverbrauchs der Objekte in kWh

Objekt	Wasserverbrauch in Liter				
	Jahr 1996	Jahr 1997	Jahr 1998	Jahr 1999	Jahr 2000
Grundschule Teststadt	912.000	1.016.000	870.000	846.000	791.000
Gymnasium Teststadt	935.000	991.000	887.000	1.064.000	976.000
Rathaus Teststadt	205.000	206.000	256.000	263.000	228.000
Summe	2.052.000	2.213.000	2.013.000	2.173.000	1.995.000

Tabelle 2.4.3:..Entwicklung des Wasserverbrauchs der Objekte in Litern

Objekt	Wärmeverbrauch in kWh				
	Jahr 1996	Jahr 1997	Jahr 1998	Jahr 1999	Jahr 2000
Grundschule Teststadt	579.166	510.678	469.542	516.365	464.181
Gymnasium Teststadt	1.034.740	1.027.194	999.552	875.068	908.701
Rathaus Teststadt	246.713	263.675	256.784	245.954	249.383
Summe	1.860.619	1.801.547	1.725.878	1.637.387	1.622.265

Tabelle 2.4.4:..Entwicklung des Wärmeverbrauchs der Objekte in kWh

Die nun folgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Objekte, in denen gegenüber dem Vorjahr ein Mehrverbrauch bzw ein Minderverbrauch zu verzeichnen ist.

a) Stromverbrauchssteigerung

Objekt	MWh	Änd. (MWh)	Änd. (%)
Gymnasium Teststadt	116,80	5,87	5
Rathaus Teststadt	42,95	1,43	3

Tabelle 2.4.5: Die Objekte mit Stromverbrauchssteigerungen gegenüber 1999

b) Stromverbrauchsreduzierung

Objekt	MWh	Änd. (MWh)	Änd. (%)
Grundschule Teststadt	25,37	-0,38	-1

Tabelle 2.4.6: Die Objekte mit Stromverbrauchsreduzierung gegenüber 1999

c) Wasserverbrauchssteigerung

Objekt	MWh	Änd. (MWh)	Änd. (%)

Tabelle 2.4.7: Die Objekte mit Wasserverbrauchssteigerung gegenüber 1999

d) Wasserverbrauchsreduzierung

Objekt	MWh	Änd. (MWh)	Änd. (%)
Gymnasium Teststadt	976,00	-88,00	-8
Grundschule Teststadt	791,00	-55,00	-7
Rathaus Teststadt	228,00	-35,00	-13

Tabelle 2.4.8: Die Objekte mit Wasserverbrauchsreduzierung gegenüber 1999

e) Wärmeverbrauchssteigerung

Objekt	MWh	Änd. (MWh)	Änd. (%)
Gymnasium Teststadt	908,70	33,63	4
Rathaus Teststadt	249,38	3,43	1

*Tabelle 2.4.9: Die Objekte mit Wärmeverbrauchssteigerung gegenüber 1999***f) Wärmeverbrauchsreduzierung**

Objekt	MWh	Änd. (MWh)	Änd. (%)
Grundschule Teststadt	464,18	-52,18	-10

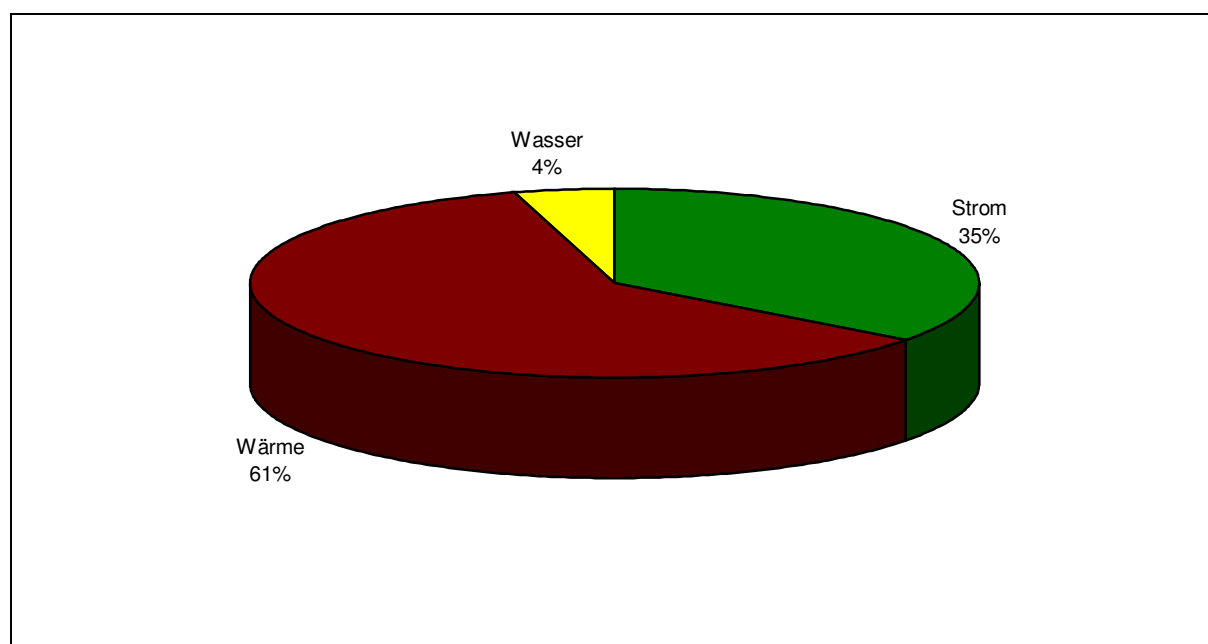
Tabelle 2.4.10: Die Objekte mit Wärmeverbrauchsreduzierung gegenüber 1999

2.5 Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten für Energie und Wasser für die **3** untersuchten Objekte schlüsseln sich wie folgt auf:

Energiekosten		Wasserkosten
Strom	Wärme	Wasser
[DM]	[DM]	[DM]
54.182,-	92.621,-	6.650,-
Veränderung gegenüber dem Vorjahr		
-6%	15%	-30%

Tabelle 2.5.1: Verbrauchskosten 2000

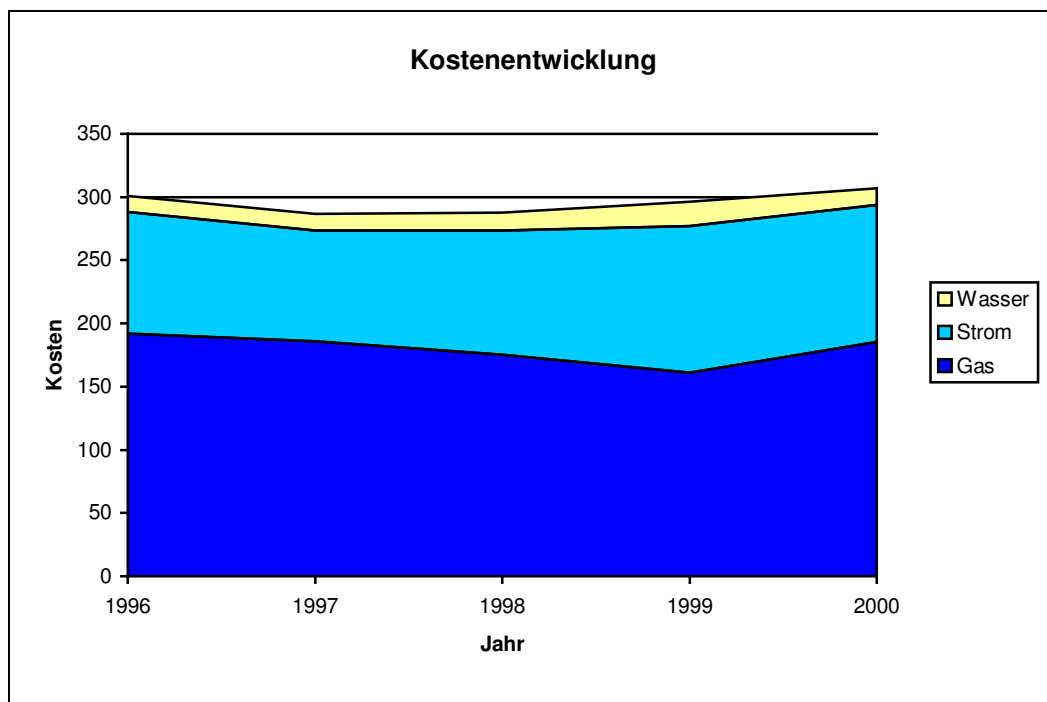


Grafik 2.5.1: Kostenstruktur 2000

Die verbrauchsgebundenen **Gesamtkosten** (Energie und Wasser) der **3** Objekte, für die Vergleiche mit den Vorjahren angestellt werden können, belaufen sich im Berichtsjahr 2000 auf **153.453,- DM**.

	1996	1997	1998	1999	2000
Gas	191,92	186,01	175,26	161,26	185,24
Strom	96,26	87,45	98,49	115,78	108,36
Wasser	12,60	13,19	14,18	19,09	13,30

Tabelle 2.5.2: Gesamtkosten (in 1.000 DM) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 1996



Grafik 2.5.2. : Gesamtkosten (in 1.000 DM) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 1996

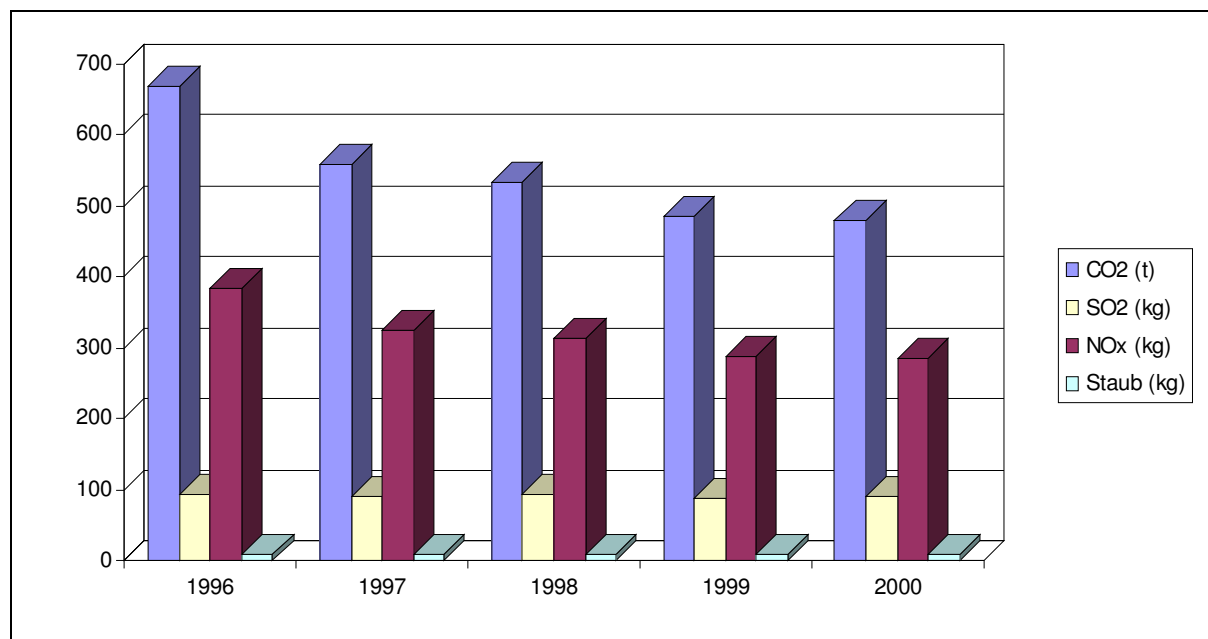
2.6 Emissionen

Auf Basis der Energieverbräuche und der spezifischen Umrechnungsgrößen lassen sich die umweltrelevanten Emissionen ermitteln. Die Emissionen für die 3 untersuchten Objekte schlüsseln sich, aufgeteilt nach der Energieart, wie folgt auf:

	Kohlendioxid CO₂ [kg]	Schwefeldioxid SO₂ [kg]	Stickoxid NO_x [kg]	Staub [kg]
Strom	113.850	78	87	7
Wärme	365.986	14	197	3
Summe	479.836	92	284	10

Tabelle 2.6.1: Emissionen 2000

Die zeitliche Entwicklung der Emissionen stellt sich über die vergangenen Jahre für die einzelnen Emittenten wie folgt dar:



Grafik 2.6.1: Entwicklung der Emissionen

2.7 Verbrauchskennwerte

Die nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die Verbrauchskennwerte für Strom, Wärme und Wasser der 3 untersuchten Objekte:

Objekt	Stromverbrauch		Vergleichswerte	
	Absolut [kWh/a]	Kennwert [kWh/m ² a]	Mittelwert [kWh/m ² a]	Zielwert [kWh/m ² a]
Grundschule Teststadt	25.369	13	9	4
Rathaus Teststadt	42.953	37	31	7
Gymnasium Teststadt	116.800	16	9	6

Tabelle 2.7.1: Stromverbrauchskennwerte 2000

Objekt	Wärmeverbrauch		Vergleichswerte	
	Absolut [kWh/a]	Kennwert [kWh/m ² a]	Mittelwert [kWh/m ² a]	Zielwert [kWh/m ² a]
Grundschule Teststadt	464.181	235	138	71
Rathaus Teststadt	249.383	213	147	50
Gymnasium Teststadt	908.701	127	87	65

Tabelle 2.7.2: Wärmeverbrauchskennwerte 2000

Objekt	Wasserverbrauch		Vergleichswerte	
	Absolut [m ³ /a]	Kennwert [m ³ /m ² a]	Mittelwert [m ³ /m ² a]	Zielwert [m ³ /m ² a]
Grundschule Teststadt	791	0,40	0,11	0,09
Rathaus Teststadt	228	0,19	0,26	0,10
Gymnasium Teststadt	976	0,14	0,08	0,04

Tabelle 2.7.3: Wasserverbrauchskennwerte 2000

3. Grobanalysen der Objekte

Hier können kurze Beurteilungen der Objekte z.B. hinsichtlich der Verbrauchsentwicklung, des Zustandes der technischen Anlagen und der Gebäudesubstanz sowie spezielle Besonderheiten aufgeführt werden.

4. Darstellung der ausgewählten Objekte

4.1 Grundschule Teststadt

• Verbräuche 2000

	Verbrauch	Veränderung*	Kennwert	Veränderung*
Strom	25.369 kWh	-1%	13 kWh/m ² a	-1%
Wärme unber.	402.770 kWh	-12%	235 kWh/m ² a	-10%
davon Heizöl	0 kWh	0%		
davon Erdgas	402.770 kWh	-12%		
Wärme ber.	464.181 kWh	-10%		
Wasser	791 m ³	-7%	0,40 m ³ /m ² a	-7%

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2000

	Absolut	Veränderung*	Spezifisch	Veränderung*
Strom	7.877 DM	-26%	31,0 Pf/kWh	-25%
Wärme	35.507 DM	+12%	7,6 Pf/kWh	+25%
davon Heizöl	0 DM	0%		
davon Erdgas	35.507 DM	+12%		
Wasser	2.010 DM	-21%	2,54 DM/m ³	-15%

* gegenüber dem Vorjahr

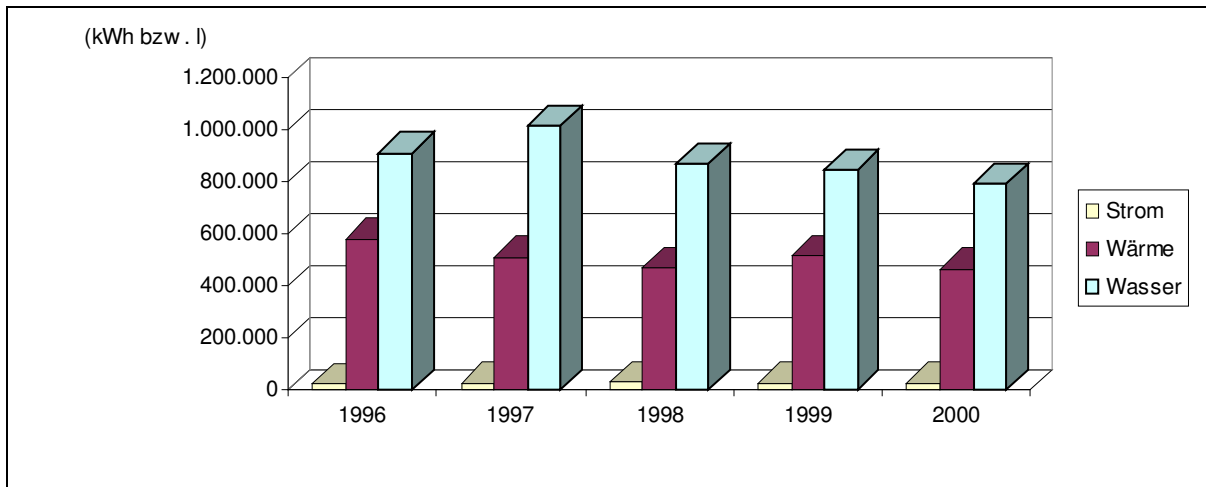
• Emissionen 2000

	Kohlendioxid CO ₂ [kg]	Schwefeldioxid SO ₂ [kg]	Stickoxid NO _x [kg]	Staub [kg]
Strom	15.601,9	10,7	11,9	1,0
Wärme	104.720,2	4,0	56,4	0,8
davon Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0
davon Erdgas	104.720,2	4,0	56,4	0,8

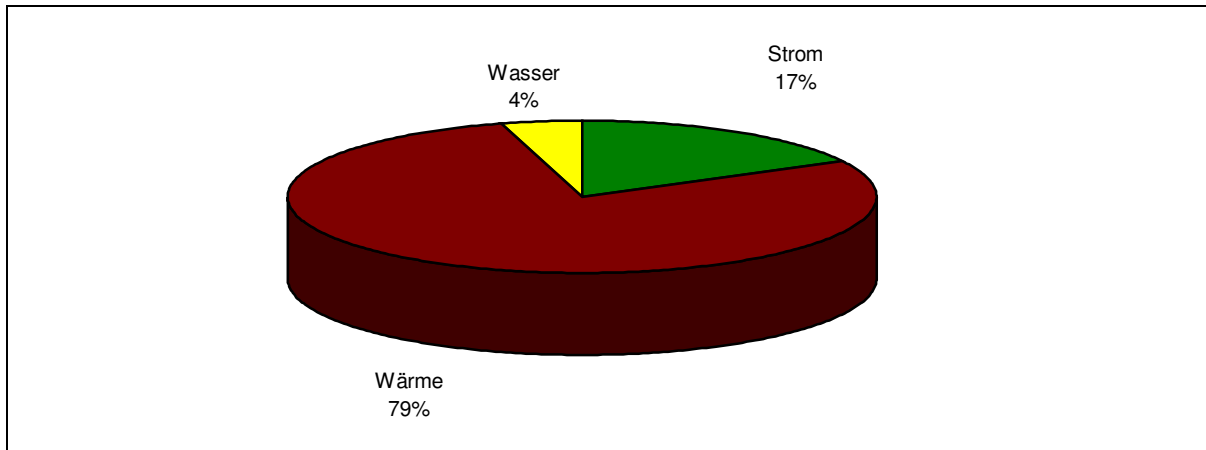
• Verbrauchskennwerte 2000



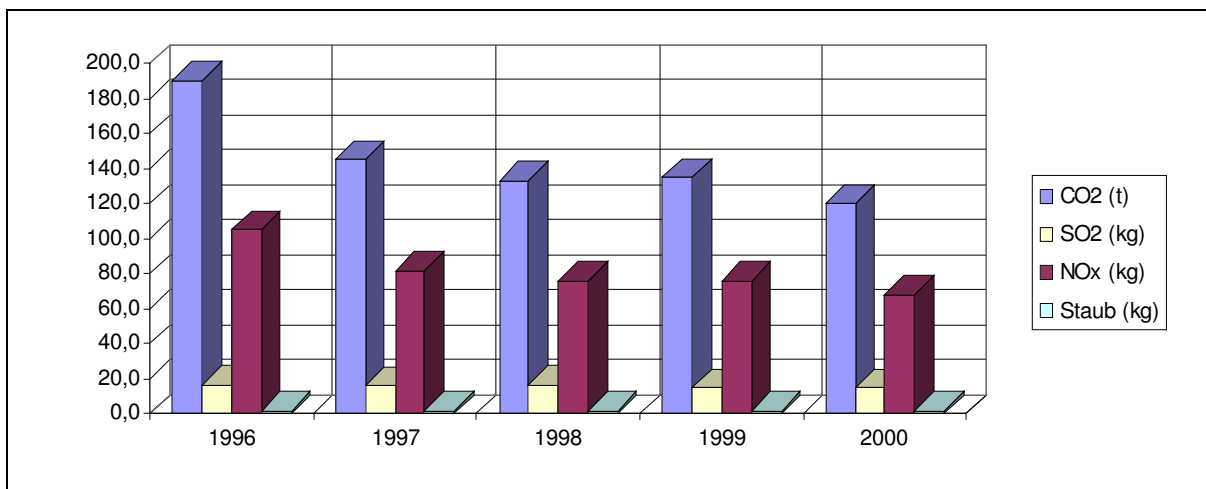
• **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: Grundschule Teststadt



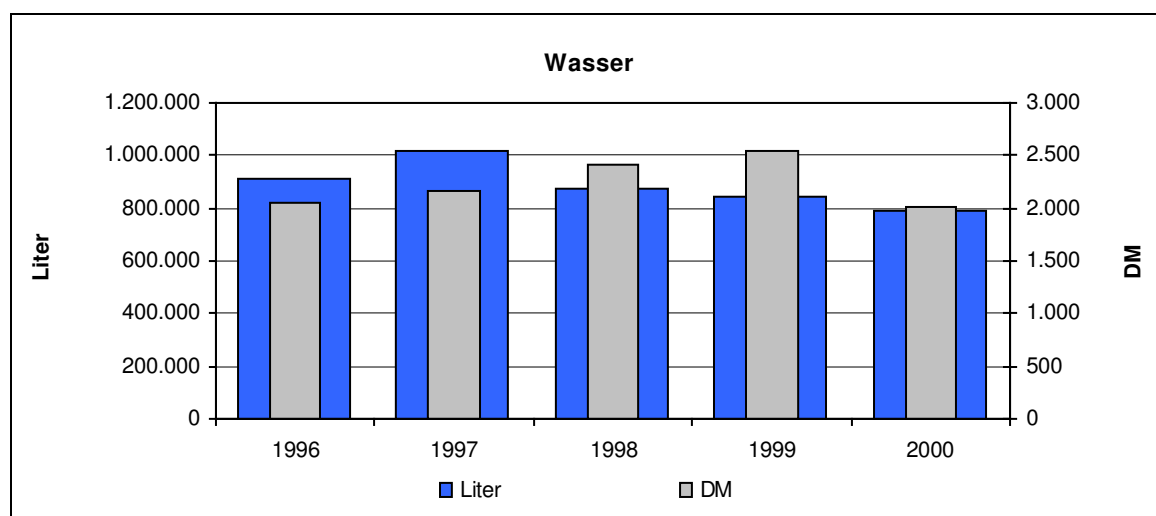
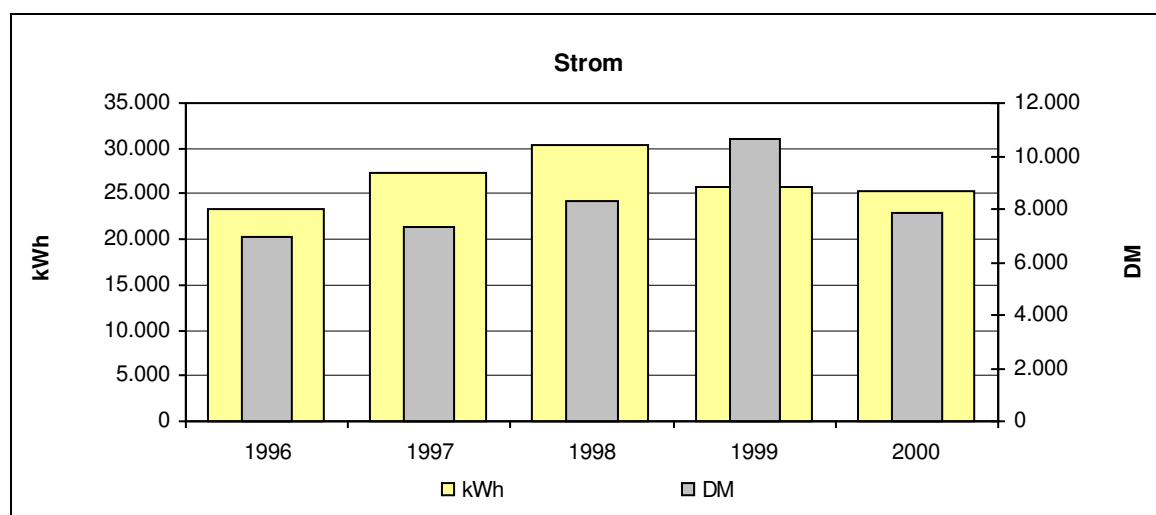
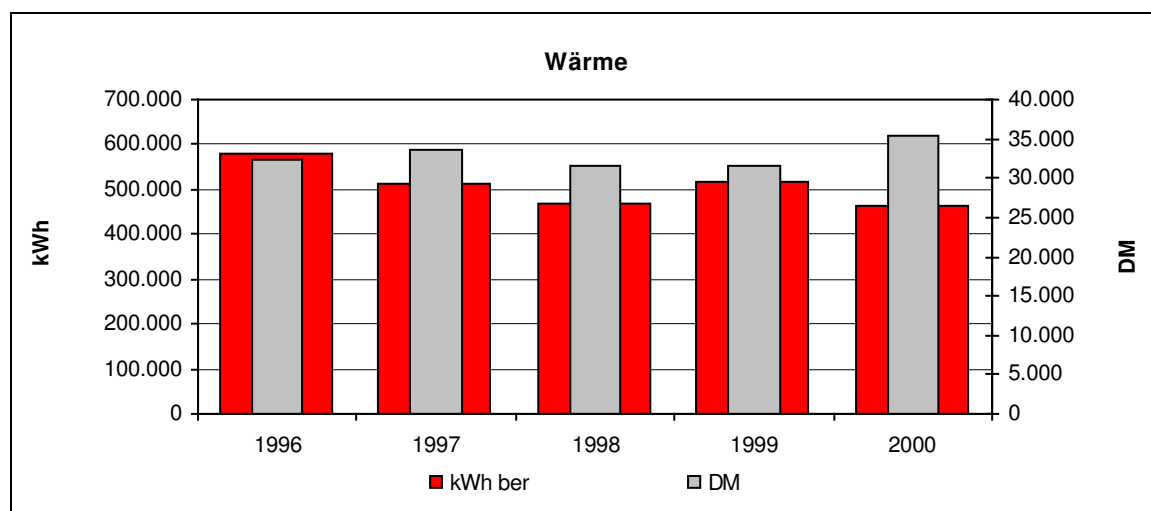
• **Kostenstruktur 2000**



• **Entwicklung der Emissionen**



• Jahreswerte 1996 – 2000
 Objekt: Grundschule Teststadt



4.2 Rathaus Teststadt

• Verbräuche 2000

	Verbrauch	Veränderung*	Kennwert	Veränderung*
Strom	42.953 kWh	+3%	37 kWh/m ² a	+3%
Wärme unber.	216.390 kWh	-1%	213 kWh/m ² a	+1%
davon Heizöl	0 kWh	0%		
davon Erdgas	216.390 kWh	-1%		
Wärme ber.	249.383 kWh	+1%		
Wasser	228 m ³	-13%	0,19 m ³ /m ² a	-13%

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2000

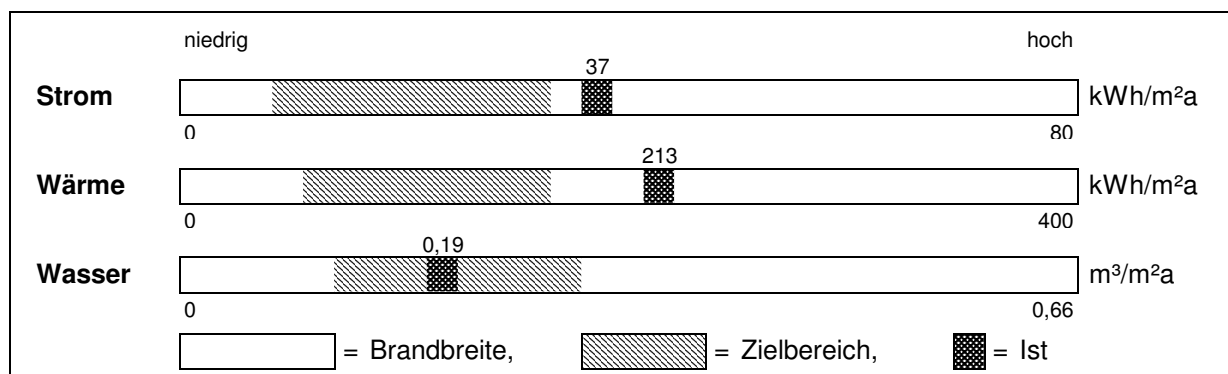
	Absolut	Veränderung*	Spezifisch	Veränderung*
Strom	12.324 DM	-22%	28,7 Pf/kWh	-25%
Wärme	13.577 DM	+37%	5,4 Pf/kWh	+35%
davon Heizöl	0 DM	0%		
davon Erdgas	13.577 DM	+37%		
Wasser	625 DM	-26%	2,74 DM/m ³	-14%

* gegenüber dem Vorjahr

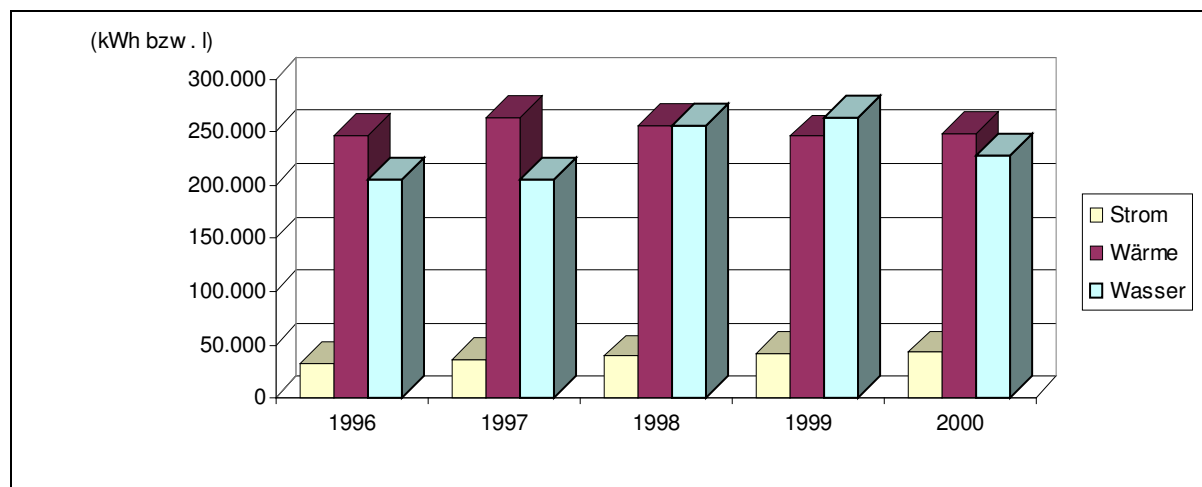
• Emissionen 2000

	Kohlendioxid CO ₂ [kg]	Schwefeldioxid SO ₂ [kg]	Stickoxid NO _x [kg]	Staub [kg]
Strom	26.416,1	18,0	20,2	1,7
Wärme	56.261,4	2,2	30,3	0,4
davon Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0
davon Erdgas	56.261,4	2,2	30,3	0,4

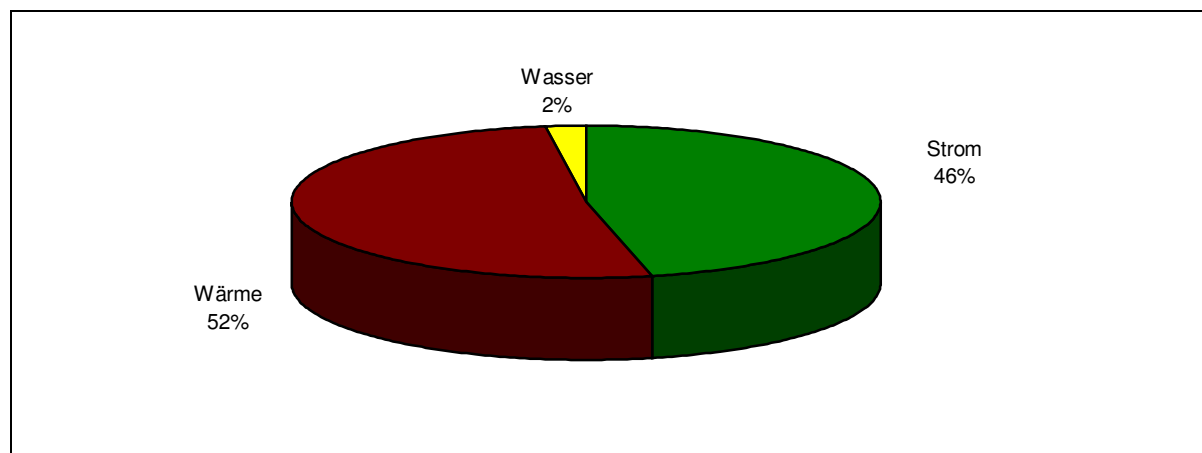
• Verbrauchskennwerte 2000



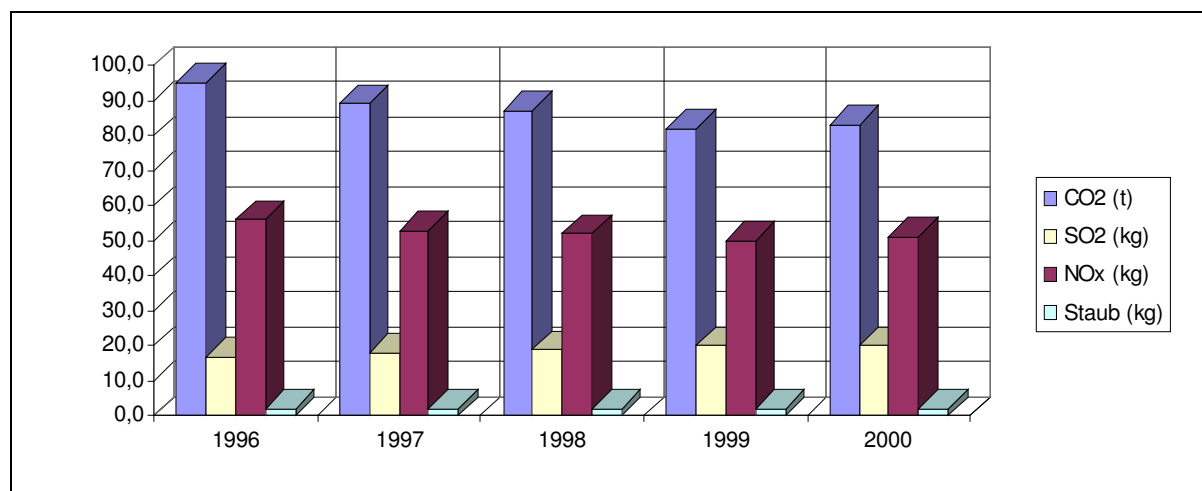
• **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: Rathaus Teststadt



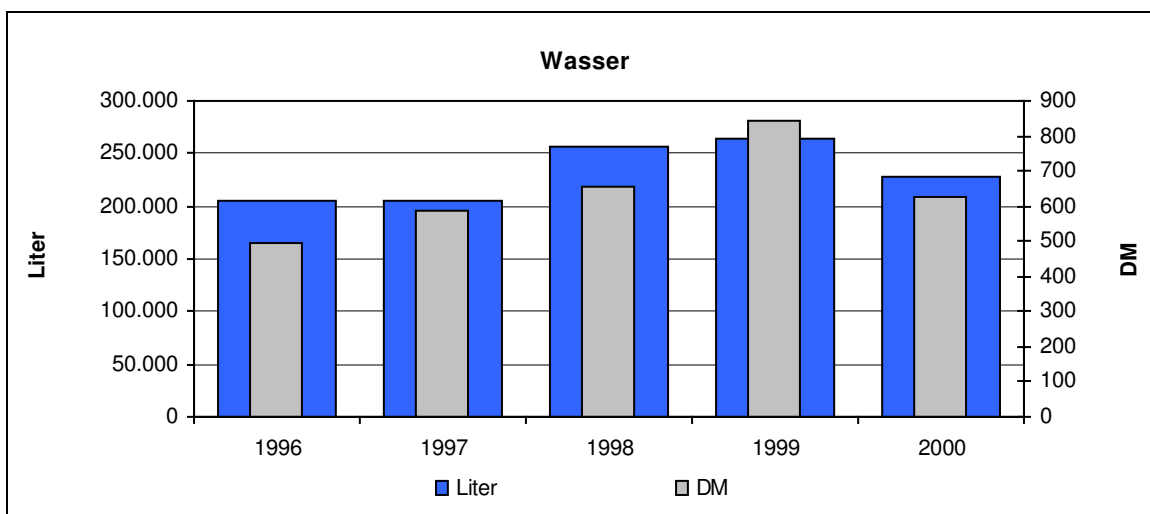
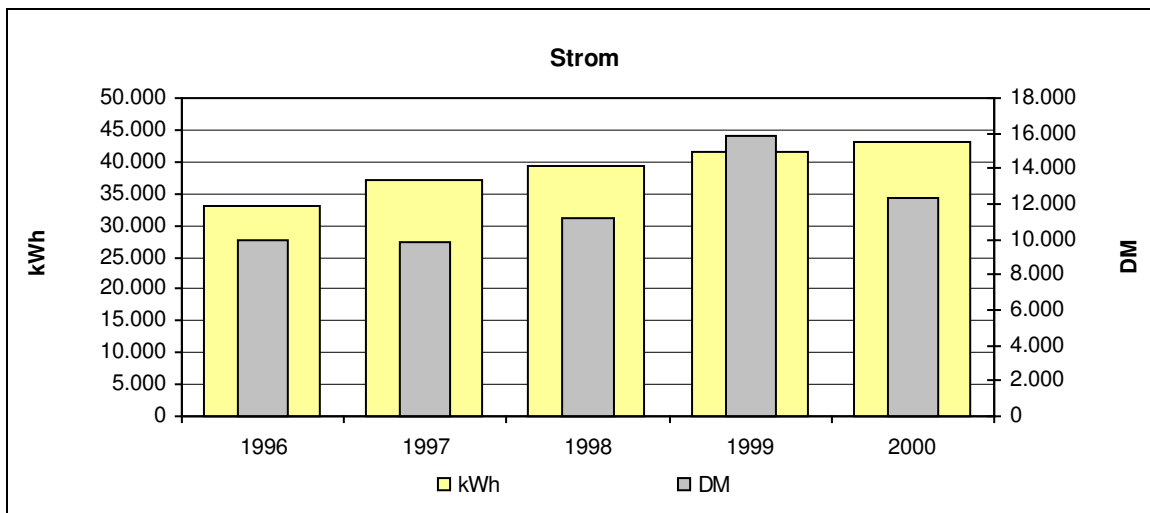
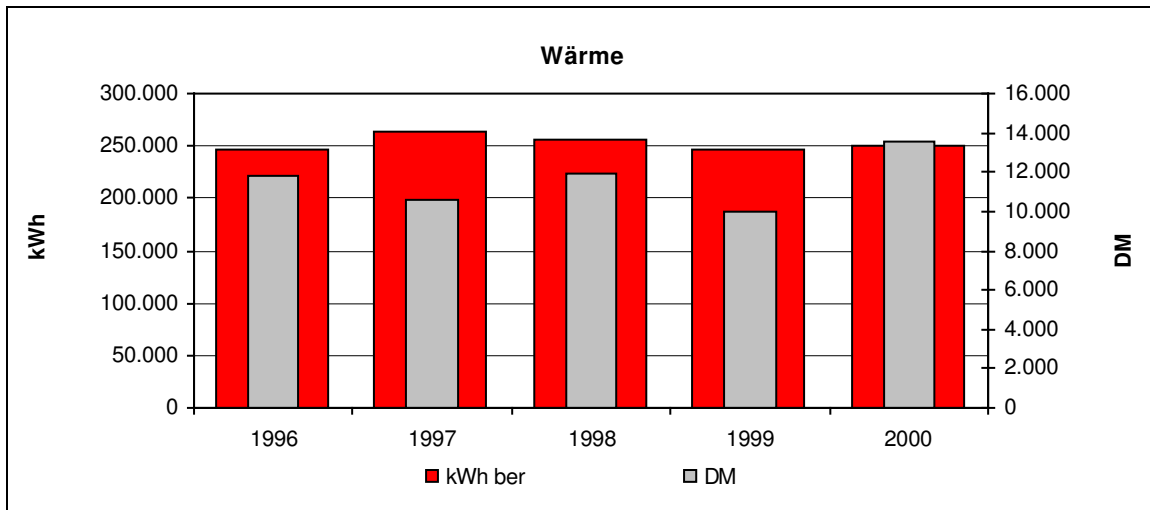
• **Kostenstruktur 2000**



• **Entwicklung der Emissionen**



• Jahreswerte 1996 – 2000
Objekt: Rathaus Teststadt



4.3 Gymnasium Teststadt

• Verbräuche 2000

	Verbrauch	Veränderung*	Kennwert	Veränderung*
Strom	116.800 kWh	+5%	16 kWh/m ² a	+5%
Wärme unber.	788.480 kWh	+2%	127 kWh/m ² a	+4%
davon Heizöl	0 kWh	0%		
davon Erdgas	788.480 kWh	+2%		
Wärme ber.	908.701 kWh	+4%		
Wasser	976 m ³	-8%	0,14 m ³ /m ² a	-8%

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2000

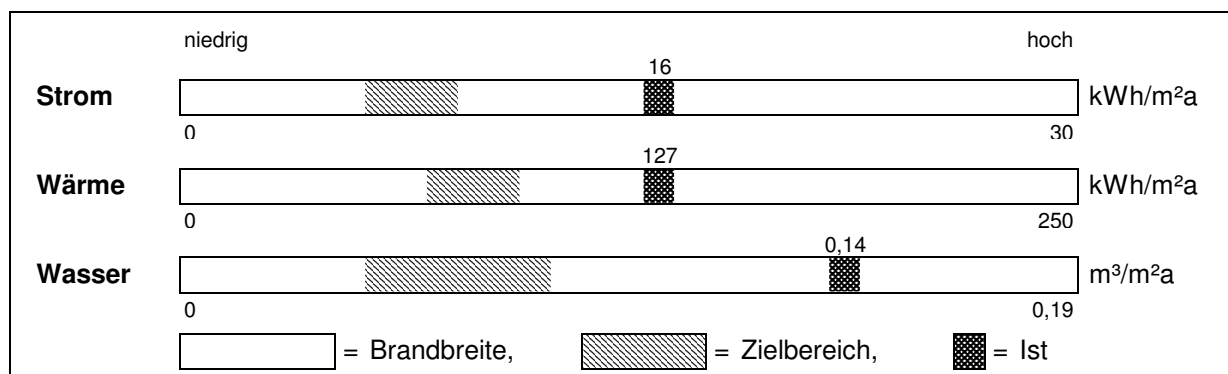
	Absolut	Veränderung*	Spezifisch	Veränderung*
Strom	33.980 DM	+8%	29,1 Pf/kWh	+3%
Wärme	43.538 DM	+11%	4,8 Pf/kWh	+7%
davon Heizöl	0 DM	0%		
davon Erdgas	43.538 DM	+11%		
Wasser	4.015 DM	-35%	4,11 DM/m ³	-29%

* gegenüber dem Vorjahr

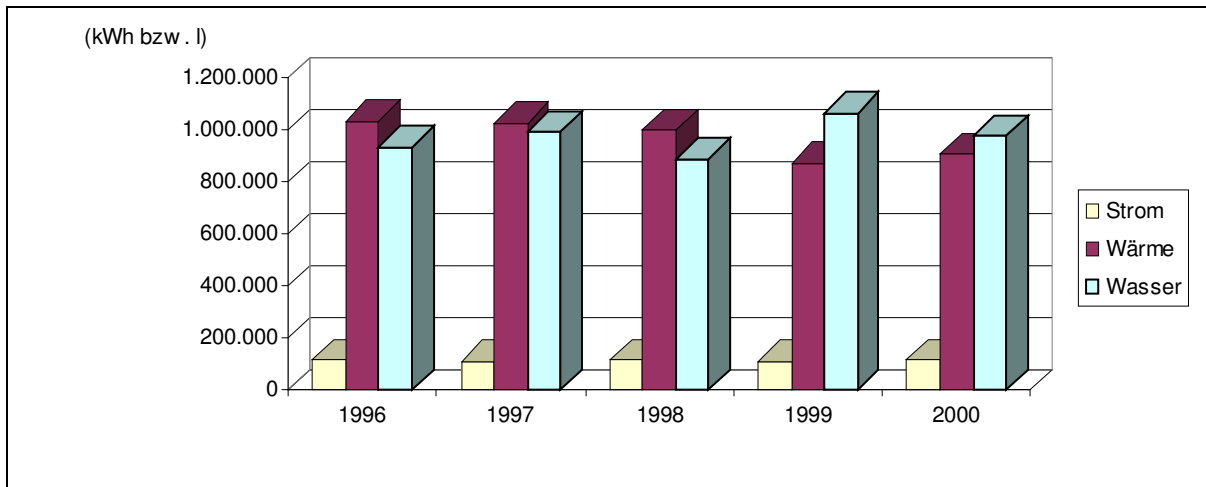
• Emissionen 2000

	Kohlendioxid CO ₂ [kg]	Schwefeldioxid SO ₂ [kg]	Stickoxid NO _x [kg]	Staub [kg]
Strom	71.832,0	49,1	54,9	4,7
Wärme	205.004,8	7,9	110,4	1,6
davon Heizöl	0,0	0,0	0,0	0,0
davon Erdgas	205.004,8	7,9	110,4	1,6

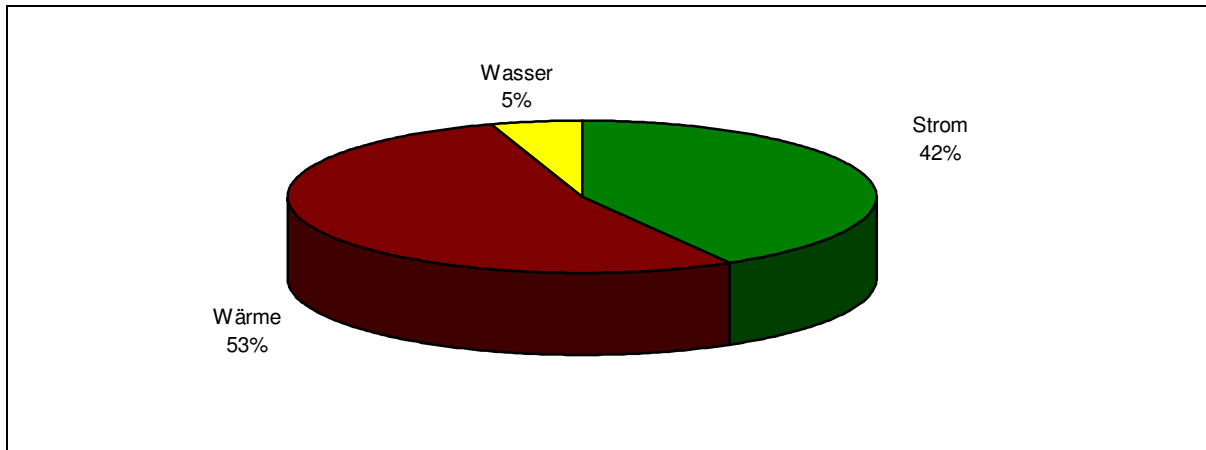
• Verbrauchskennwerte 2000



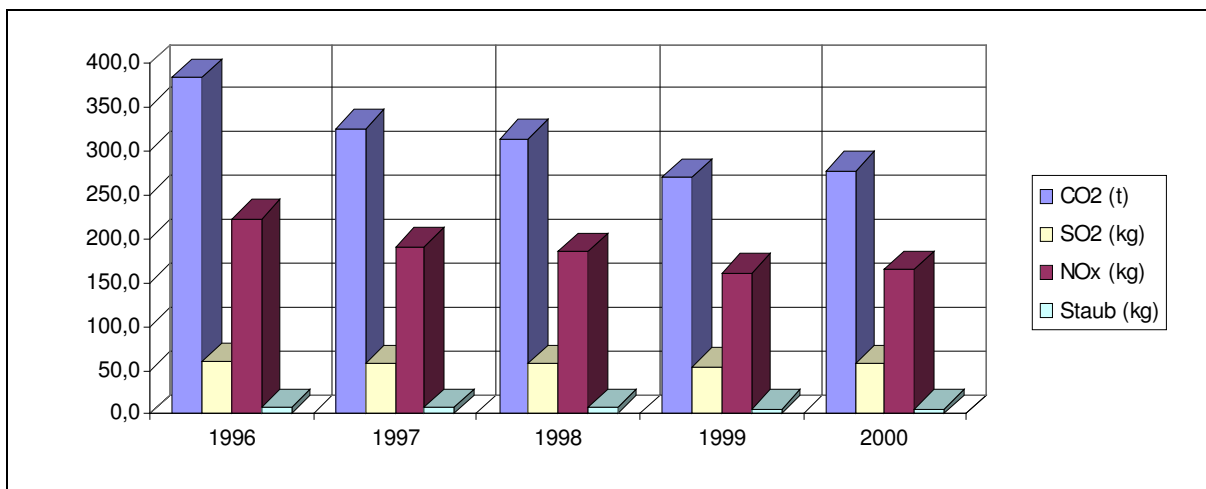
• **Entwicklung der Energieverbräuche (Wärme witterungsbereinigt)**
Objekt: Gymnasium Teststadt



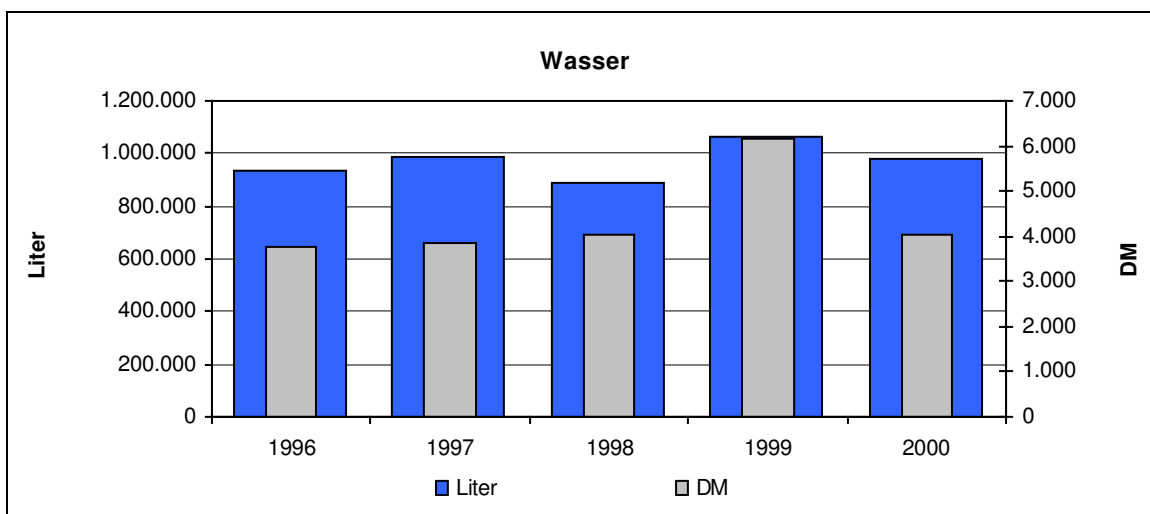
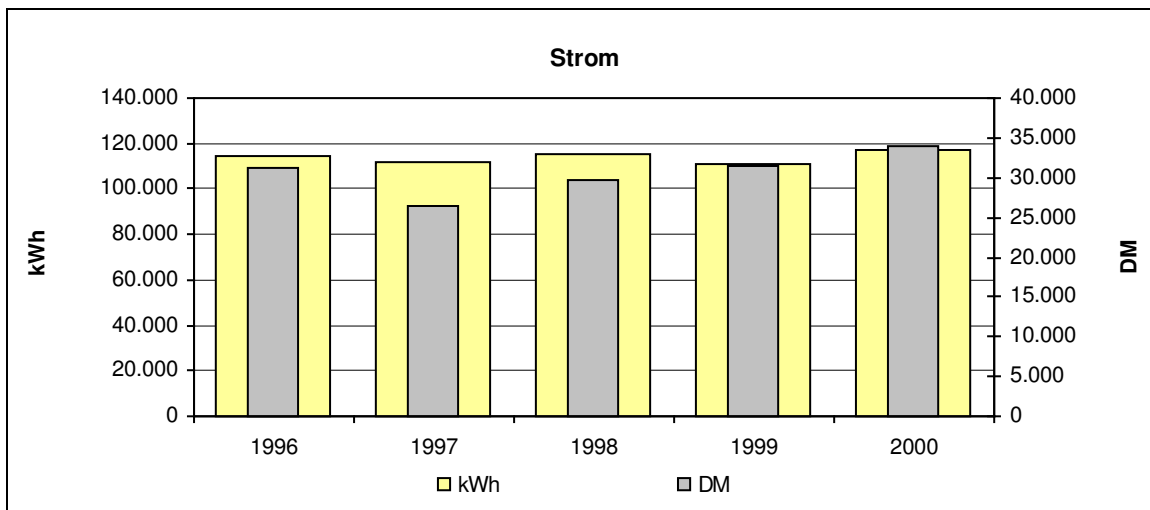
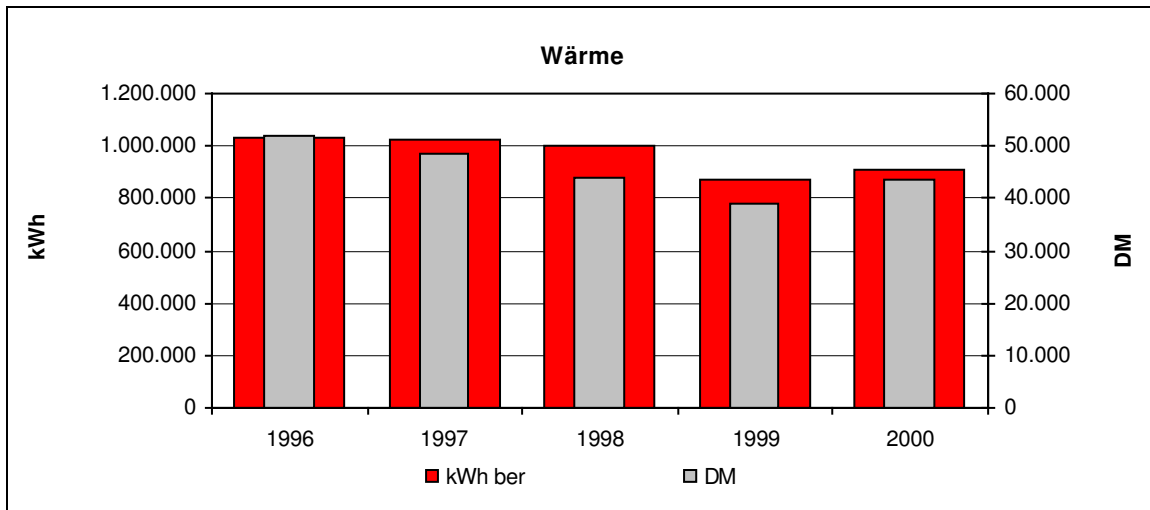
• **Kostenstruktur 2000**



• **Entwicklung der Emissionen**



• Jahreswerte 1996 – 2000
Objekt: Gymnasium Teststadt



5. Anhang:

5.1 ALLGEMEINES

Der Energiebericht erfaßt die Verbräuche aller einbezogenen kommunalen Gebäude und Einrichtungen (Objekte). Er gibt einen Überblick über den Verbrauch der Energieträger (z.B. Strom, Erdgas), unterschieden in die jeweilige Verwendung („Licht+Kraft“ und „Wärme“) und die dadurch entstandenen Energiekosten. Zusätzlich sind der Trinkwasserverbrauch und die damit verbundenen Kosten aufgeführt.

Der Energiebericht ist damit ein Werkzeug um den Energieverbrauch langfristig zu kontrollieren und darüber hinaus Energiesparmaßnahmen vorzubereiten.

Durch den Vergleich des aktuellen Berichtsjahres mit dem Vor- bzw. Basisjahr wird die Entwicklung des Energieverbrauchs dokumentiert. Damit liegt eine gute Datengrundlage vor, um Entscheidungen, über notwendige Einsparmaßnahmen zu treffen bzw. deren Wirksamkeit zu überprüfen.

Ziele des Energieberichts

Mit dem vorliegenden Energiebericht sollen folgende Ziele verfolgt werden:

- Erarbeitung eines einheitlichen Informations- und Kontrollinstrumentes für die Verwaltung,
- Übersichtliche nachvollziehbare Darstellung und Bewertung der Verbräuche, der Verbrauchskosten und der verbrauchsbedingten Umweltauswirkungen (Emissionen),
- Darstellung der Schwachstellen im Gebäudebestand,
- Ableitung von Verbesserungen im organisatorischen und investiven Bereich.

5.2 Grundlagen und Definitionen

Inhaltsübersicht:

- 1 Berechnungsgrundlagen
 - 1.1 Verbrauchsdaten
 - 1.2 Verbrauchskennwerte
 - 1.3 Kosten
 - 1.4 Emissionen
- 2 Datenerfassung und -auswertung
 - 2.1 Methodik der Datenerfassung
 - 2.2 Beurteilung der Verbrauchswerte
- 3 Glossar

1 Berechnungsgrundlagen

1.1 Verbrauchsdaten

Umrechnungsfaktoren für die Bestimmung der Energieverbräuche

Um den Energieverbrauch bei unterschiedlichen Energieträgern vergleichbar zu machen, müssen diese auf eine gemeinsame Mengeneinheit bezogen werden. Als gemeinsame Basis eignet sich die Einheit „Kilowattstunde“ [kWh], also die Menge der Energie. In der folgenden Tabelle sind die Energiewerte - Umrechnungsfaktoren - der einzelnen Energieträger aufgeführt.

Umrechnungsfaktoren von Mengeneinheiten verschiedener Energieträger in [kWh]:

Energieträger	Mengeneinheit	Heizwert*
Strom	kWh	1 kWh/kWh
Heizöl	Liter	10 kWh/Liter
Erdgas	kWh _{H₀}	ca. 0,9 kWh/kWh _{H₀}

*Umrechnungsfaktoren bezogen auf den unteren Heizwert (H_u)

Berechnungsgrundlagen der Energie- und Wasserverbräuche

Um Energie- und Wasserverbrauch von Gebäuden unterschiedlicher Größe - in verschiedenen Regionen gelegen - vergleichbar zu machen, ist es notwendig, diese standardisiert zu erfassen und auszuwerten.

Energieverbrauchswerte werden nach dem tatsächlich gemessenen Verbrauch berechnet. Die in den folgenden Abschnitten dargestellten Formeln dienen zur Berechnung der Energieverbrauchswerte und entsprechen der in der **VDI-Richtlinie „Energieverbrauchskennwerte für Gebäude“ (VDI 3807)** gegebenen Empfehlung.

Korrektur des Strom- und Wasserverbrauchs auf den Bezugszeitraum

Alle im Bericht angegebenen Energieverbrauchswerte für Licht- und Kraftstrom sowie Wasser werden, um vergleichbar zu sein, auf einen festen Bezugszeitraum - **Kalenderjahr** - umgerechnet. Die Umrechnung erfolgt linear anhand folgender Gleichung:

$$E_v = E_{vg} \cdot \frac{365}{z_v}, \quad \text{wobei gilt:}$$

E_v	bereinigter Energieverbrauch in kWh
E_{vg}	gemessener Energieverbrauch in kWh
z_v	Anzahl der Tage, an denen der Energieverbrauch gemessen wurde

Witterungsbedingte Bereinigung des Heizenergieverbrauchs

Um eine Vergleichbarkeit zu schaffen, muß auch der Wärmeenergieverbrauch normiert werden. Die witterungsbedingte Korrektur erfolgt anhand der Größe „Heizgradtage“, die ein Maß für den Wärmebedarf darstellt. Sie erfolgt nach der Gleichung

$$E_{vH} = E_{vg} \cdot \frac{G_{15m}}{G_{15}}, \quad \text{wobei gilt:}$$

E_{vH}	bereinigter Energieverbrauch in kWh
E_{vg}	gemessener Energieverbrauch in kWh
G_{15m}	mittlere Heizgradtage des Ortes in Kelvin * d
G_{15}	tatsächliche Heizgradtage im Messzeitraum des Ortes in Kelvin * d

1.2 Verbrauchskennwerte

Allgemeines

Energieverbrauchskennwerte dienen als Maß für die Höhe des Energieverbrauchs von Gebäuden und Einrichtungen. Im Vergleich mit gleichartig genutzten Objekten läßt sich damit eine energiebezogene Einstufung der Gebäude/Einrichtungen vornehmen.

Voraussetzung für die Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist:

- Klassifizierung der Gebäude / Einrichtung und Zuordnung einer eindeutigen Nutzung bezogen auf eine dazugehörige Fläche und
- die Verwendung von bereinigten Energieverbräuchen.

Berechnung des Stromverbrauchskennwerts

Der Stromverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$e_{VS} = \frac{E_{VS}}{A_E}, \quad \text{wobei gilt:}$$

e_{VS} Stromverbrauchskennwert in kWh/(m²a)

E_{VS} bereinigter Stromverbrauch in kWh/a

A_E Energiebezugsfläche in m²

Berechnung des Heizenergieverbrauchskennwerts

Der Heizenergieverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$e_{VH} = \frac{E_{VH}}{A_E}, \quad \text{wobei gilt:}$$

e_{VH} Heizenergieverbrauchskennwert in kWh/(m²a)

E_{VH} bereinigter Wärmeverbrauch in kWh/a

A_E Energiebezugsfläche in m²

Berechnung des Wasserverbrauchskennwerts

Der Wasserverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

$$v_{VW} = \frac{V_{VW}}{A_E}, \quad \text{wobei gilt:}$$

v_{VW} Wasserverbrauchskennwert in m³/(m²a)

V_{VW} auf ein Jahr hochgerechneter Wasserverbrauch in m³/(m²a)

A_E Bezugsfläche in m²

1.3 Kosten

Bei der Berechnung der Kosten für den Verbrauch der verschiedenen Energieträger müssen die unterschiedlichen Lieferbedingungen berücksichtigt werden.

Strom, Wasser und Erdgas (Ausnahme: Flüssiggastank) werden kontinuierlich geliefert und abgerechnet. Anhand geeigneter Zähler oder anhand der Abrechnungen lässt sich der Verbrauch pro Zeitintervall dieser Energieträger leicht bestimmen.

Bei Heizöl werden im Gegensatz dazu in regelmäßigen oder auch unregelmäßigen Abständen entsprechende Mengen zu einem bestimmten Preis bestellt und eingelagert. Der Verbrauch lässt sich anhand von Füllstandsmessern ermitteln. In Fällen wo bisher keine Füllstandsmessung erfolgt, sollte eine Messung vorgesehen werden. Wird keine Verbrauchsmessung durchgeführt, so wird er näherungsweise anhand der vorliegenden Datenbasis (z.B. den vorliegenden Rechnungen für die Öllieferungen) bestimmt.

Die Verbrauchskosten werden anhand der gemessenen bzw. bestimmten Verbrauchswerte und der im jeweils letzten gültigen Versorgungsvertrag getroffenen Preisvereinbarungen - oder bei Einzellieferungen - anhand des letzten für den Energieträger bezahlten Preises berechnet.

1.4 Emissionen

Allgemeines

Die Bereitstellung von Heizenergie beim Verbraucher erfolgt oft unmittelbar (z.B. bei einer Gastherme) aber auch mittelbar (z.B. bei Fernwärme) durch die Verbrennung fossiler Energieträger. Damit verbunden ist die Freisetzung von Verbrennungsrückständen wovon hier CO₂ sowie die wichtigsten Vertreter aus dem Bereich der „klassischen“ Luftschadstoffe berücksichtigt werden. Die mit der Verbrennung verbundenen Emissionen sind für die einzelnen Energieträger unterschiedlich, woraus folgt, dass die Wahl des Energieträgers eine zunehmend wichtigere Rolle bei der Minimierung von Emissionen spielt.

Berechnungsgrundlage der Emissionsangaben

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte berücksichtigen neben der bei der Verbrennung freigesetzten Mengen der jeweiligen Stoffe auch die Emissionen, die durch Förderung und Transport der Energieträger entstehen (vorgelagerte bzw. indirekte Emissionen).

Emissionswerte in kg pro MWh eingesetzter Energie:

Energieträger	NO _x	SO ₂	CO ₂	Staub
Strom	0,527	1,022	674	0,038
Heizöl	0,258	0,584	304	0,019
Erdgas	0,189	0,147	238	0,006
Fernwärme (Holzfeuerung)	0,104	-0,106	127	-0,003

Der Stromverbrauch wird mit dem Faktor 3,00 in Primärenergie umgerechnet. Dies entspricht einem mittleren Kraftwerkswirkungsgrad in Deutschland von derzeit 33 %.

2 Erfassung und Auswertung der Daten

2.1 Methodik der Datenerfassung

Die Erfassung der Verbrauchsdaten (z.B. der Zählerstände) erfolgt mit Hilfe von vorgefertigten Formularen.

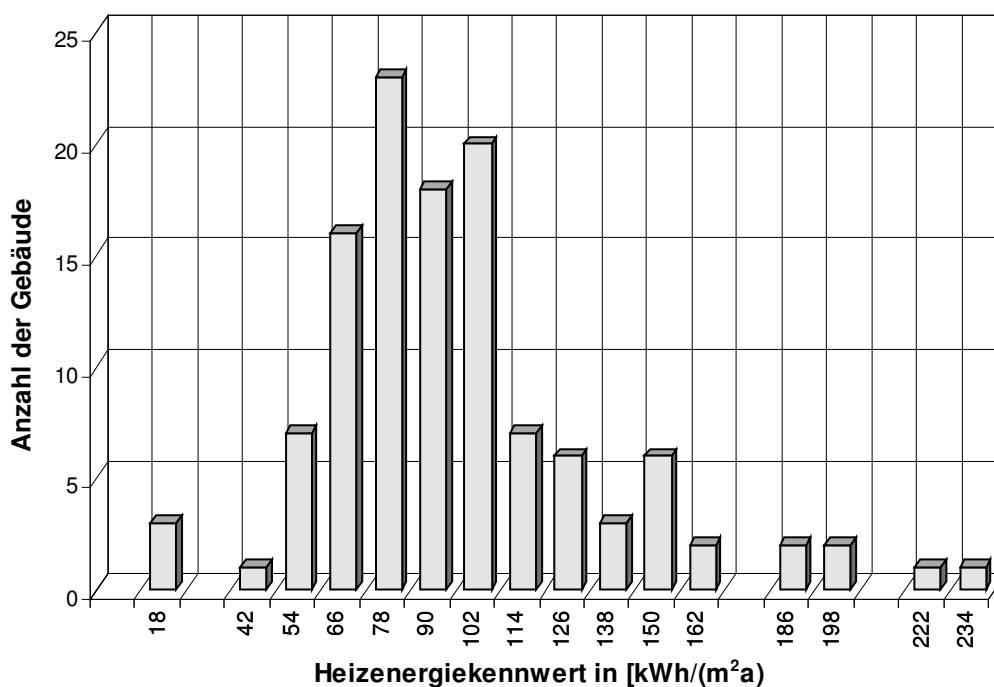
Die Erfassung der Objektdaten (z.B. beheizte Bruttogrundfläche, Zählerstandort, etc.) erfolgt im Rahmen der ersten Begehungen.

2.2 Beurteilung der Verbrauchswerte

Neben der Darstellung der Verbräuche und den damit verbundenen Kosten werden im vorliegenden Energiebericht auch Verbrauchskennwerte ausgewiesen. Verbrauchskennwerte bieten die Möglichkeit einer ersten Beurteilung der kommunalen Objekte hinsichtlich ihres Energieverbrauchs. Damit lassen sich bei Sanierungsvorhaben Prioritätenlisten erstellen sowie die Energie- und Kostenersparnisse nach erfolgter Sanierung nachweisen.

Durch die im Energiebericht dargestellten Vergleichsdiagramme kann die aktuelle Verbrauchssituation der Liegenschaft im Vergleich zu dem von Liegenschaften mit gleicher Nutzung auf einfache Weise erfasst werden. Als Datengrundlage für die **Vergleichskennwerte** wurde der Forschungsbericht „Energie- und Wasserverbrauchskennwerte von Gebäuden in der Bundesrepublik Deutschland“ der Firma ages GmbH, Münster herangezogen. In der angegebenen Studie wurden Kennzahlen für mehr als 7200 Einrichtungen verschiedener Gebäudegruppen ermittelt und zusammengefasst.

Beispielhaft ist nachfolgend ein Häufigkeitsdiagramm der Heizenergieverbrauchskennwerte der Gebäudegruppe „Schulen mit Turnhallen“ dargestellt. Die zugrundeliegenden Daten sind dem zuvor erwähnten Forschungsbericht der Firma ages GmbH, Münster entnommen.



Anzahl der Gebäude:	118
Mittelwert:	92 kWh/(m ² a)
Unteres Quartilmittel:	61 kWh/(m ² a)
Standardabweichung:	37 kWh/(m ² a)
Flächendurchschnitt:	7.690 m ²

Der **untere Quartilmittelwert** ergibt sich als arithmetisches Mittel der unteren 25% aller Verbrauchsdaten (Gebäude mit den niedrigsten Energieverbräuchen) der aufsteigend sortierten Kennwerte einer Gebäudegruppe. Dieser Wert wird im Bericht als Zielwert festgelegt.

Der **Mittelwert** (arithmetisches Mittel) errechnet sich aus: Summe der Einzelwerte deren Mittelwert bestimmt werden soll, geteilt durch die Anzahl der berücksichtigten Einzelwerte.

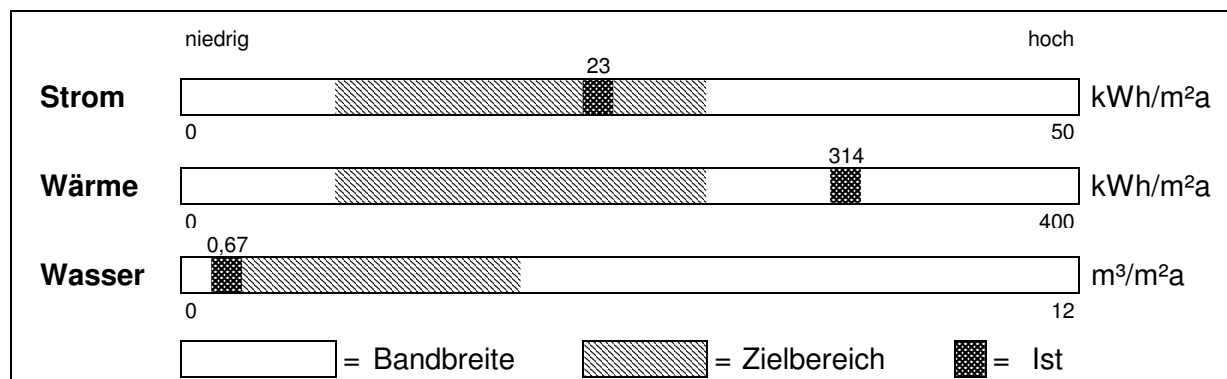
Die **Standardabweichung** ist ein Maß dafür, wie weit die jeweiligen Werte um den Mittelwert (Durchschnitt) streuen.

Auf der Basis dieser, für die verschiedenen Gebäudearten ermittelten Häufigkeitsverteilungen der Strom-, Wärme- und Wasserverbrauchskennzahlen, erfolgt die im Energiebericht vorgenommene Einstufung der Ist-Verbrauchskennwerte.

Auf diese Weise läßt sich sehr schnell - auf einen Blick - erkennen, ob der Energie- und Wasserverbrauch des Gebäudes eher als niedrig bzw. eher als hoch einzustufen ist. Dazu sind die gesamte theoretisch mögliche Bandbreite des Kennwerts sowie

der gemäß VDI-Richtlinie 3807 geltende Zielbereich und der Istwert dargestellt. Ein Beispieldiagramm hierzu ist nachfolgend dargestellt.

Beispieldiagramm zur Einstufung der Verbrauchskennwerte



Die Bandbreite sowie der Zielbereich und Ist-Wert ergeben sich aus der Häufigkeitsverteilung wie folgt:

Die **Bandbreite** orientiert sich an den existierenden Gebäuden gleicher Nutzung. Die Ober- und Untergrenze entspricht insofern dem höchsten bzw. niedrigsten vorkommenden Verbrauchskennwert dieser Gebäudegruppe (z.B. Schulen).

Der **Zielbereich** umfasst den Bereich zwischen unterem Quartilmittelwert und dem arithmetischen Mittel der Verbrauchskennwerte aller Gebäude einer Gebäudegruppe (Erklärung siehe oben).

Der **Ist-Wert** stellt den im Berichtsjahr ermittelten Verbrauchswert für die verschiedenen Bereiche (Strom, Wärme und Wasser) dar.

3 Glossar

Basisjahr: Jahr der erstmaligen Erfassung der Verbrauchswerte mit dem derzeitigen Gebäudezustand. Das Basisjahr dient als Vergleichsmöglichkeit für die Folgejahre.

Bezugsgröße: Die Bezugsgrößen (z.B. kWh/m² oder m³/m²) dienen dazu, Einrichtungen gleicher Nutzung aber unterschiedlicher Größe miteinander vergleichen zu können. Sie sind von der Nutzung abhängig. Die zu Ihrer Berechnung herangezogene Gebäudefläche - Bezugsfläche - ist die - Beheizte Bruttogrundfläche - entsprechend der in der VDI-Richtlinie (VDI 3807) gegebenen Empfehlung wird sie aus der Bruttogrundfläche des Gebäudes abzüglich der unbeheizbaren Bruttogrundfläche ermittelt.

Emission (lateinisch: emittieren, aussenden) bezeichnet den Austritt von Schadstoffen in Luft, Boden und Gewässer, aber auch von Lärm und Erschütterungen und zwar an der Quelle.

Endenergie: Vom Verbraucher bezogene Energieform, meist Sekundärenergie, z.B. Elektrizität aus dem öffentlichen Stromnetz.

Gebäude/Einrichtung: Bezeichnet ein kommunales Gebäude oder Gebäudeteil, dem eine eindeutige Nutzung zugeordnet werden kann. Ein(e) Gebäude/Einrichtung ist beispielsweise eine Sporthalle, ein Schwimmbad oder ein Schulgebäude. Sie stellt die kleinste erfaßte Einheit eines Objektes dar.

Kilowattstunde [kWh]: Einheit bzw. Maß für die geleistete Arbeit (Heizwärme, Licht usw.).

Kohlendioxid (CO₂): Farb- und geruchlose Gas das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (z.B. Erdgas, Erdöl oder Kohle) freigesetzt wird. Kohlendioxid gilt als wichtigster Vertreter der Treibhausgase, die zur Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes und der damit verbundenen globalen Erwärmung beitragen.

Kohlenmonoxid (CO): Geruchloses Gas, das bei unvollständiger Verbrennung fossiler Brennstoffen (z.B. Erdgas, Erdöl oder Kohle) in Motoren u. Feuerungsanlagen freigesetzt wird. Eingeatmetes CO blockiert die Sauerstoffaufnahme in der Lunge und führt je nach eingeatmeter Menge zu Kopfschmerz, Schwindel und Übelkeit. Werden größere Mengen eingeatmet, kann dies zum Tode führen.

Nutzung: Bezeichnet das Maß für die Beurteilung und Klassifizierung der Energie- und Wasserverbräuche in kommunalen Objekten. Durch die Nutzung kann kommunalen Objekten eine charakteristische Benutzung zugeordnet werden. Damit lassen sich Energieverbräuche unterschiedlicher Objekte kategorisieren und damit sinnvoll untereinander vergleichen.

Objekt: Ein Objekt faßt ein oder mehrere Gebäude/Einrichtungen zu einer - auf den Energie- und Wasserverbrauch bezogenen - Gesamtheit zusammen. Dafür ist es erforderlich, daß den Einrichtungen separat oder gemeinsam eindeutige

Energieverbrauchswerte für Licht+Kraftstrom, Wärme und Wasser zugeordnet werden können (z.B. ein Schulzentrum bestehend aus Grund- und Hauptschule, Turnhalle und Sportplatz).

Schwefeldioxid (SO₂): Schwefeldioxid ist ein farbloses, stechend riechendes Gas, das bei der Verbrennung schwefelhaltiger, fossiler Brennstoffe (z.B. Erdöl oder Kohle) freigesetzt wird. SO₂ wirkt selbst, oder bei Kontakt mit Wasserdampf als schweflige Säure (H₂SO₃) bzw. weiter oxidiert als Schwefelsäure (H₂SO₄). Es ist mitverantwortlich bei der Bildung von Ozon in bodennahen Schichten der Atmosphäre (Sommersmog) und trägt zum sauren Regen bei. SO₂ wirkt in erster Linie auf die Schleimhäute von Augen und den oberen Atemweg und kann so Atemwegserkrankungen auslösen. Bei Pflanzen bewirkt es das Absterben von Gewebepartien durch den Abbau von Chlorophyll..

Stickoxide (NO_x): Sammelbegriff für eine Anzahl chemischer Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff. Umweltrelevant sind vor allem, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) und Distickstoffmonoxid (N₂O) (Lachgas). Stickoxide entstehen bei Verbrennungsvorgängen mit hohen Temperaturen, bei denen die Luft als Sauerstofflieferant für die Verbrennung dient. Sie tragen wesentlich zur Bildung von Ozon in bodennahen Schichten der Atmosphäre (Sommersmog) bei. In Form des Oxidationsproduktes - Salpetersäure - findet man Stickoxide im sauren Regen wieder. Stickoxide wirken auf die Schleimhäute der Atmungsorgane und begünstigen Atemwegserkrankungen.

Stromverbrauchskennwert [kWh/m²a]: Stromverbrauch bezogen auf die Nutzfläche eines Gebäudes und den Zeitraum eines Jahres. Er dient als Vergleichszahl und ist ein Hilfsmittel für die Beurteilung des Stromverbrauchs.

Verbrauchskennwert [kWh/m²a bzw. m³/m²a]: Der Verbrauchskennwert ist ein Sammelbegriff für die flächenbezogenen Kennwerte eines Gebäudes. Er wird aus dem Energieverbrauch (Brennstoff, Wärme, elektrische Energie) und Wasserverbrauch eines Jahres ermittelt.

Wärmebedarf: Der aufgrund des Standortes, der Gebäudegegebenheiten, etc. rechnerisch ermittelte Bedarf des Gebäudes an Wärmeenergie.

Wärmeverbrauchskennwert [kWh/m²a]: Witterungsbereinigter Heizenergieverbrauch bezogen auf die Energiebezugsfläche eines Gebäudes und den Zeitraum eines Jahres. Er dient als Vergleichszahl und ist ein Hilfsmittel für die Beurteilung des Heizenergieverbrauchs.

Wasserverbrauchskennwert [m³/m²a]: Wasserverbrauch bezogen auf die Nutzfläche eines Gebäudes und den Zeitraum eines Jahres. Er dient als Vergleichszahl und ist ein Hilfsmittel für die Beurteilung des Wasserverbrauchs.

5.3 Stammdaten und Zählerstrukturen der Objekte

Unter diesem automatisch erstellten Gliederungspunkt können vorhandene Stammdaten, Objektberichte und/oder Zählerabbildungen aufgeführt werden.