



ages GmbH

Energiebericht

Kommunale Liegenschaften

Berichtsjahr 2005

Automatisch
erstellter Bericht als
WORD.DOC mit
dem Programm
EKOMM



Testkommune

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Zusammenfassende Bewertung: Wichtigste Ergebnisse des Energie-Managements	4
Energiestatistik	5
Verbrauchsentwicklung.....	6
Entwicklung der Verbräuche zu Flächen.....	7
Kosten	8
Preise	10
Emissionen.....	11
Jährliche Investitionen	12
Jährliche Energiekosteneinsparungen	13
Teil II: Realisierung des Energie-Managements:	14
Teil III: Benchmarking	15
Gesamt-Energieverbrauchs- und -kostenstruktur aller Liegenschaften der Gemeinde im Berichtsjahr	15
Energiekennwerte, Verbrauchsveränderungen und Energiepreise der Objekte geordnet nach Objektgruppen	18
Schlussfolgerungen, Handlungsbedarf und Prioritäten	22
Teil IV: Darstellung und Analyse der einzelnen Objekte	23
1. Grundschule Testort1 mit TH.....	24
2. Grundschule Teststadt.....	29
3. Gymnasium Teststadt.....	34
Teil V: Feinanalysen und investive Maßnahmen	39
Ergebnisse von Feinanalysen durch externes Ingenieurbüro/EVU.....	39
Schlussfolgerungen hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen, Begründung Maßnahmenkatalog, Investitions- und Finanzierungsplan, Emissionsminderungsstrategie.....	39
Teil VI: Anhang	41

Teil I: Zusammenfassende Bewertung: Wichtigste Ergebnisse des Energie-Managements

Wesentliche Inhalte der Zusammenfassenden Bewertung:

1. Überblick über den absoluten Energieverbrauch und die Energiekosten aller Liegenschaften und deren Änderungen im Vergleich zum Vorjahr:

Transparente Darstellung in Tabellen und Schaubildern, getrennt nach Verbrauchs-, CO₂-Emissions- und Kosten-Daten.

(siehe Tab. I-1 bis I-7 und Abb. I-1 bis I-6)

2. Durchgeführte Investitionen. Geplante und realisierte Einsparungen. Investitions- und Sanierungsplan. (siehe Tab. I-8 und Abb. I-5)

3. Ergebnisbilanz des Energie Managements

Gegenüberstellung der zeitlichen Einspar-Investitionen sowie Entwicklung der Aufwendungen und resultierenden Kosteneinsparungen seit dem Bezugsjahr (siehe Tab. I-9 und Abb. I-6)

- Weiteres Vorgehen beim Energie Management

4. Schlussfolgerungen

- Erfolge, Probleme; Besonderheiten
- Erfahrungen mit einzelnen Maßnahmen
- Ausblick

Energiestatistik

Energiestatistik Jahr 2005	Verbräuche			Kosten			CO ₂	
	Verbrauchs- menge in kWh	Verände- rung zum Vorjahr in %	Verände- rung zum Basisjahr in %	Kosten in EURO	Verände- rung zum Vorjahr in %	Verände- rung zum Basisjahr in %	CO ₂ in Tonnen	Anteil an gesamten CO ₂ - Emissionen in %
Gas	2.040.560	-17	-25	114.977	1	-5	531	83,6
Strom	168.890	3	-3	43.585	-9	-29	104	16,5
Endenergie Strom gesamt	168.890	3	-3	43.585	-9	-29	104	16,5/15,9*
Endenergie Wärme gesamt	2.040.560	-17	-25	114.977	1	-5	531	83,6
Endenergie Wärme gesamt bereinigt	2.119.622	0	-19	114.977	1	-5	551	84,1
Endenergieeinsatz gesamt	2.209.450	-16	-23	158.562	-2	-13	635	100
Endenergieeinsatz gesamt bereinigt	2.288.512	0	-18	158.562	-2	-13	656	100
Primärenergieeins atz gesamt	6.628.350	-16	-23	158.562	-2	-13	635	100
Primärenergieeins atz gesamt bereinigt	6.865.536	0	-18	158.562	-2	-13	656	100

Tab. I-1: Überblick über den absoluten Energieverbrauch und die Energiekosten aller Liegenschaften 2005 im Vergleich zum Vorjahr und Basisjahr

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

Verbrauchsentwicklung

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

Strom	Energieverbrauch		Wasserverbrauch Wasser
	gemessen	Wärme witterungsbereinigt	
[kWh]	[kWh]		[m³]
168.890	2.040.560	2.119.622	2.834
Veränderung gegenüber dem Vorjahr			
3%	-17%	0%	-3%

Tab. I-2: Verbräuche 2005

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

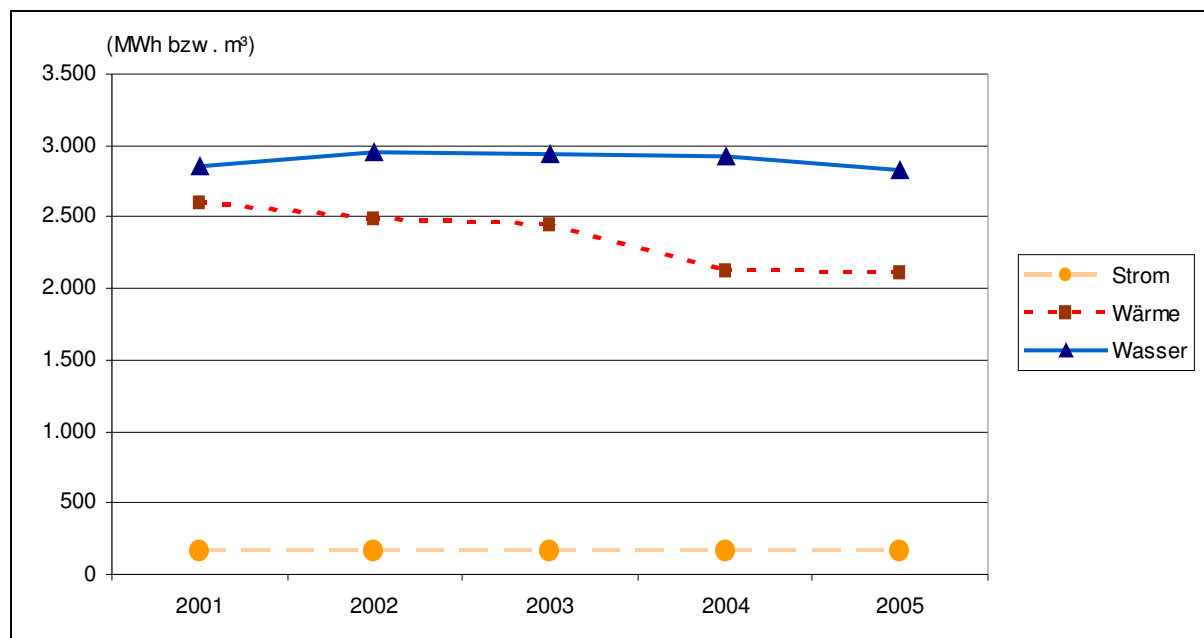


Abb. I-1: Entwicklung des Energieverbrauchs

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
2001	10.894	2.608	0,24	100	174	0,02	100	2.857	0,26	100
2002	10.894	2.493	0,23	96	172	0,02	99	2.953	0,27	103
2003	10.894	2.451	0,22	94	170	0,02	98	2.934	0,27	103
2004	10.894	2.123	0,19	81	165	0,02	95	2.925	0,27	102
2005	10.894	2.120	0,19	81	169	0,02	97	2.834	0,26	99

Tab. I-3: Entwicklung der Verbräuche unter Berücksichtigung der Veränderung der Flächen seit dem Basisjahr 2001

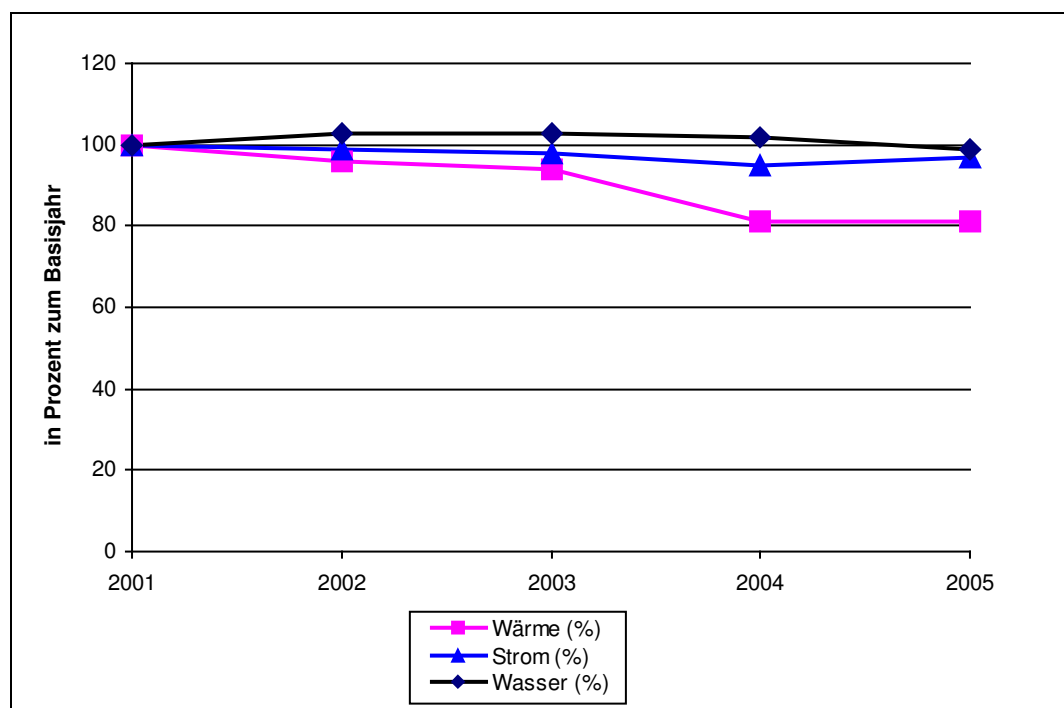


Abb. I-2: Entwicklung des Strom- und Wärme- und Wasserverbrauchs (Index) seit dem Basisjahr 2001

Kosten

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

Energiekosten		Wasserkosten
Strom	Wärme	Wasser
[EURO]	[EURO]	[EURO]
43.585,-	114.977,-	7.927,-
<i>Veränderung gegenüber dem Vorjahr</i>		
-9%	1%	-4%

Tab. I-4: Verbrauchskosten 2005

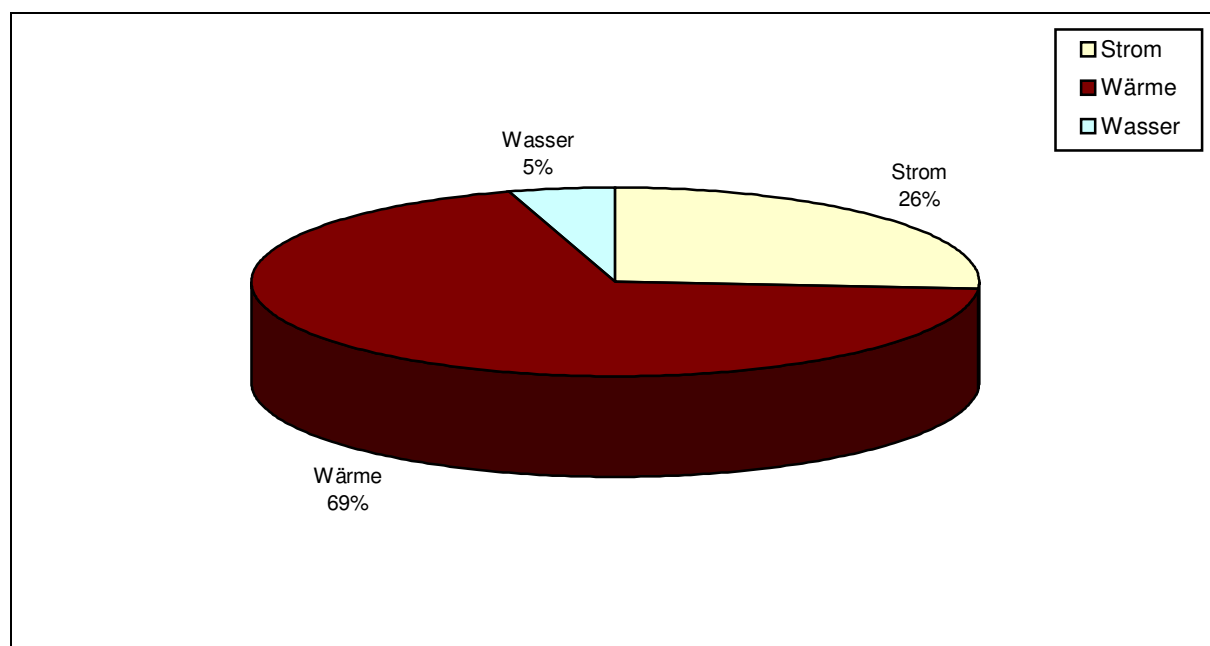


Abb. I-3: Kostenstruktur 2005

Die verbrauchsgebundenen Gesamtkosten (Energie und Wasser) der **3** Objekte, für die Vergleiche mit den Vorjahren angestellt werden können, belaufen sich im Berichtsjahr 2005 auf 166.489,- EURO.

	2001	2002	2003	2004	2005
Gas	120,57	113,56	103,90	113,83	114,98
Strom	60,99	58,56	53,59	47,89	43,59
Wasser	7,38	7,61	7,38	8,24	7,93
Summe	188,95	179,73	164,86	169,96	166,49

Tab. I-5: Gesamtkosten (in 1.000 EURO) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2001

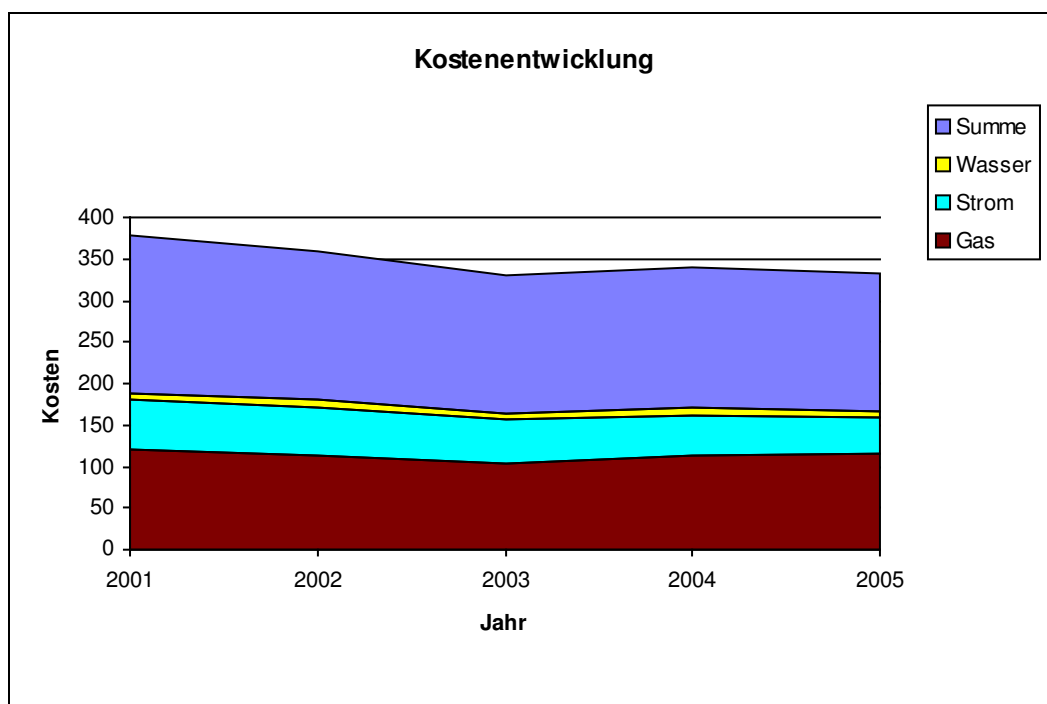


Abb. I-4: Gesamtkosten (in 1.000 EURO) zur Bereitstellung von Energie für die Liegenschaften seit 2001

Preise

Die Preisentwicklung der einzelnen Energieträger und Wasser ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Preise incl. Mehrwertsteuer und aller anderen Abgaben.

	2001	2002	2003	2004	2005
Gas	44,44	46,83	42,90	46,07	56,35
Strom	351,41	339,82	315,56	290,80	258,07
Wasser	2,58	2,58	2,51	2,82	2,80

Tab. I-6: Preisentwicklung der einzelnen Energieträger und Wasser seit 2001 in EUR/MWh bzw. EUR/m³

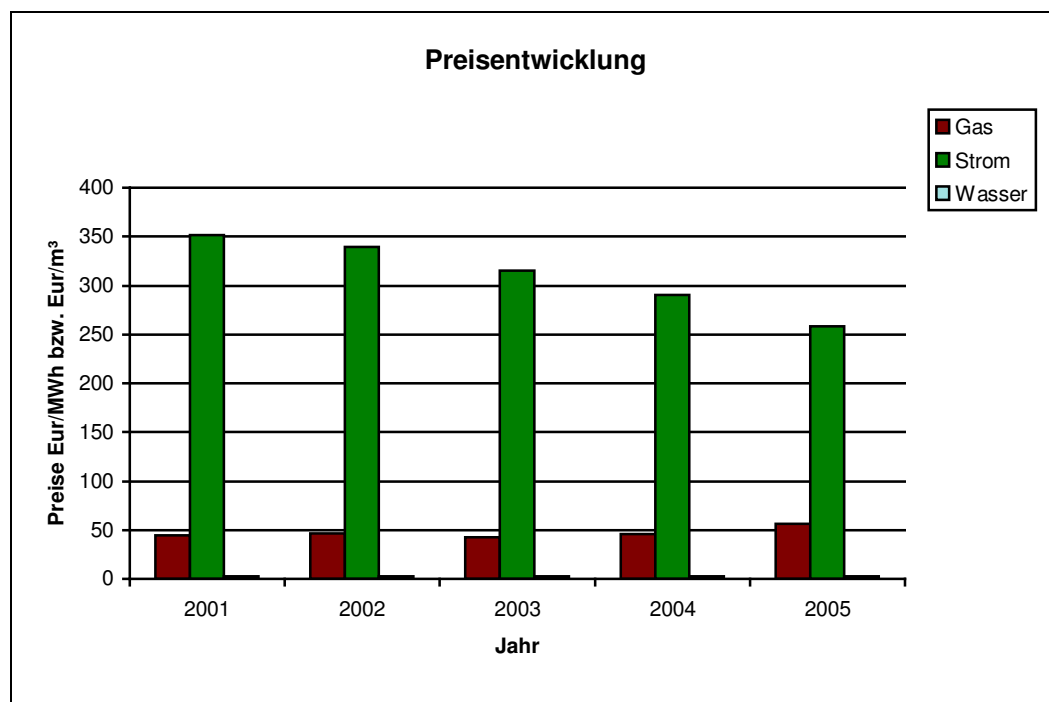


Abb. I-5: Preise zur Bereitstellung von Energie und Wasser seit 2001

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	104.428	71	79	7
Wärme	530.546	20	286	4
Summe	634.974	91	365	11

Tab. I-7: Emissionen 2005

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

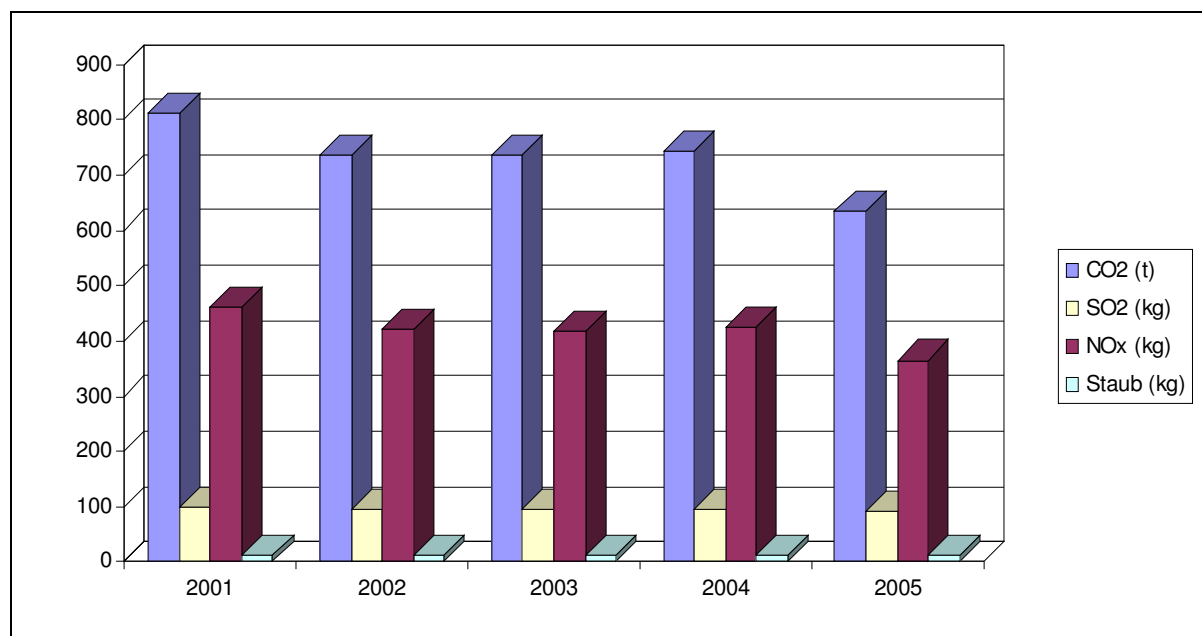


Abb. I-6: Entwicklung der Emissionen

Jährliche Investitionen

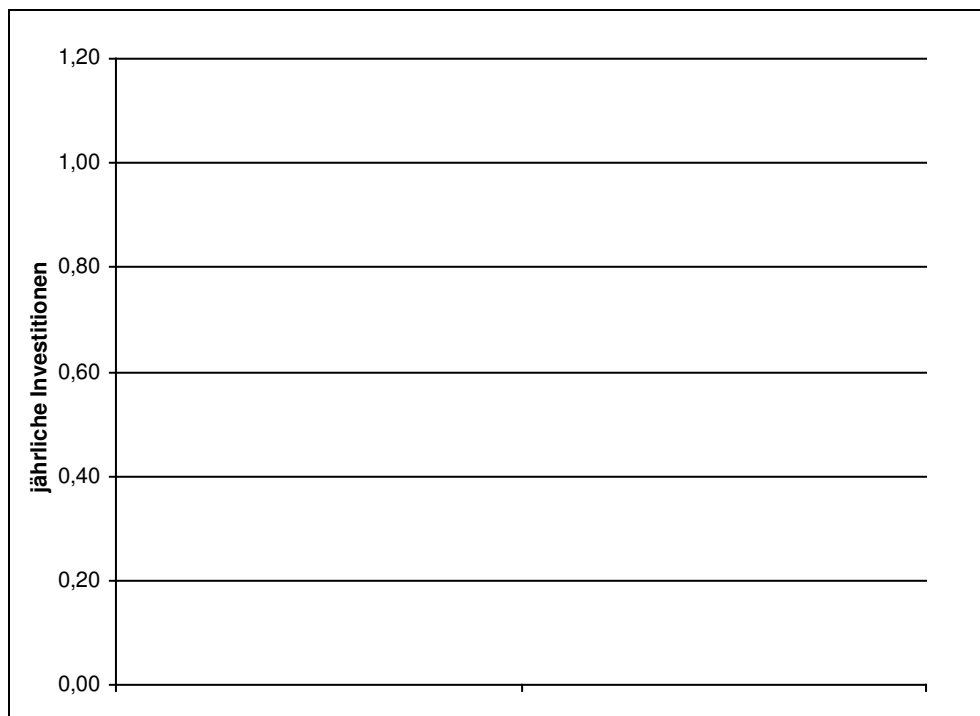


Abb. I-7: Jährliche Investitionen für Energieeinsparmaßnahmen seit 2001 in 1.000 EURO

Investive Maßnahmen und deren Wirkungen

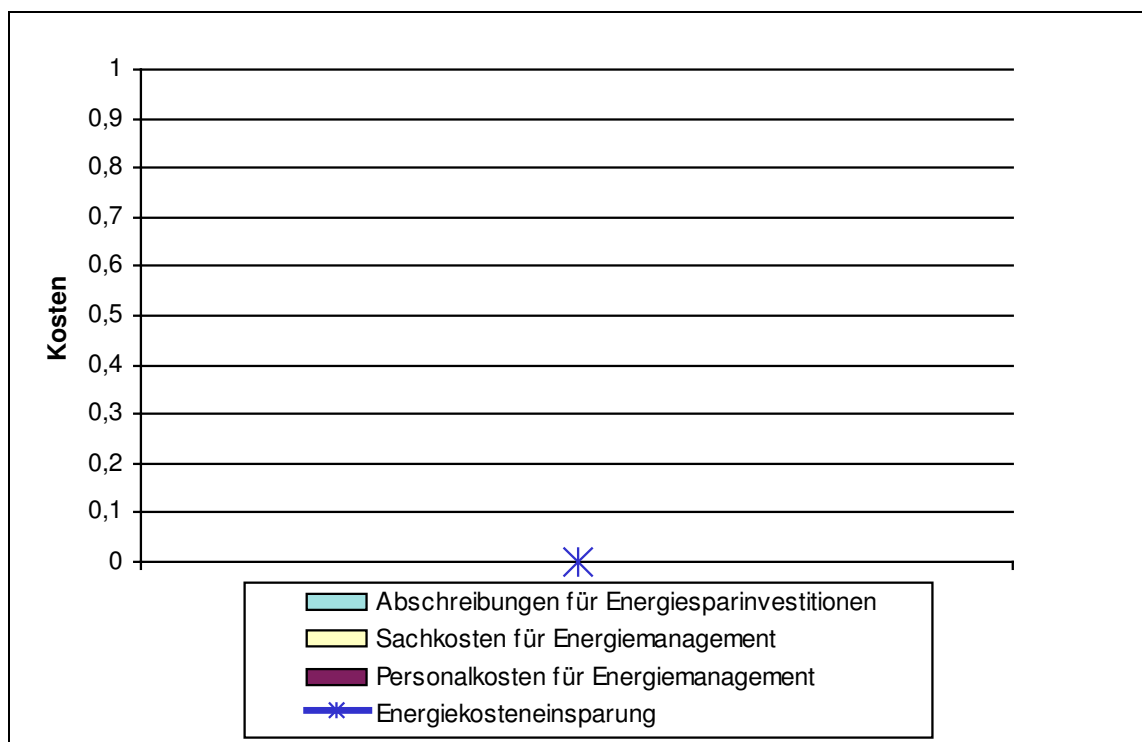
Objekt	Jahr	Maßnahme	Investi- tion	rechnerische Einsparung		Nachgewiesene Einsparung		Bewertung
				1.000 EURO	MWh	1.000 EURO	MWh	

Tab. I-8: Im Jahr 2005 und in den drei Jahren davor durchgeführte investive Maßnahmen an den kommunalen Liegenschaften und deren Kosten und Wirkungen einschließlich Vergleich von Planung und Ergebnis

Jährliche Energiekosteneinsparungen

	Personalkosten für Energiemanagement	Sachkosten für Energiemanagement	Abschreibungen für Energiesparinvestitionen	Energiekosteneinsparung

Abb. I-8: Jährliche Energiekosteneinsparungen (in 1.000 EURO) und jährliche Aufwendungen für Energiesparmaßnahmen (Managementkosten und Abschreibungen)



Tab. I-8: Jährliche Energiekosteneinsparungen (in 1.000 EURO) und jährliche Aufwendungen für Energiesparmaßnahmen (Managementkosten und Abschreibungen). Die Differenz zwischen den Energiekosteneinsparungen und den Aufwendungen ist die jährliche Netto-Kosteneinsparung.

Teil II: Realisierung des Energie-Managements:

Organisations- und Entscheidungsstrukturen, Dienstanweisungen, kommunikative Maßnahmen, Motivation

Dieser Teil beschreibt die Beschlussgrundlage des Projektes „Energiemanagement der kommunalen Gebäude“ sowie die Zuständigkeiten und Verantwortung für einzelne Aktivitäten bzw. Maßnahmen.

Check-Liste:

- Beschlusslage (Verwaltung, Gemeinderat)
- Gesetzte Ziele
- Organisation und Entscheidungsstrukturen; Informationsflüsse
- Dienstanweisung Energie (Regelungsbereich, Überprüfung der Beachtung der Dienstanweisung, Erfahrungen)
- Hausmeisterschulungen
- Öffentlichkeitsarbeit/Kommunikation (Liste von Presseberichten und sonstigen öffentlichkeitswirksamen Aktivitäten)
- Wirtschaftlichkeit, Finanzierung
- Energiespar-Contracting

Teil III: Benchmarking

Verbrauchs- und Kostenstruktur aller Objekte
Bewertung der Objekte nach Energiekennwerten
Preis- und Vertragsanalyse
Verbrauchsveränderungen

Gesamt-Energieverbrauchs- und -kostenstruktur aller Liegenschaften der Gemeinde im Berichtsjahr

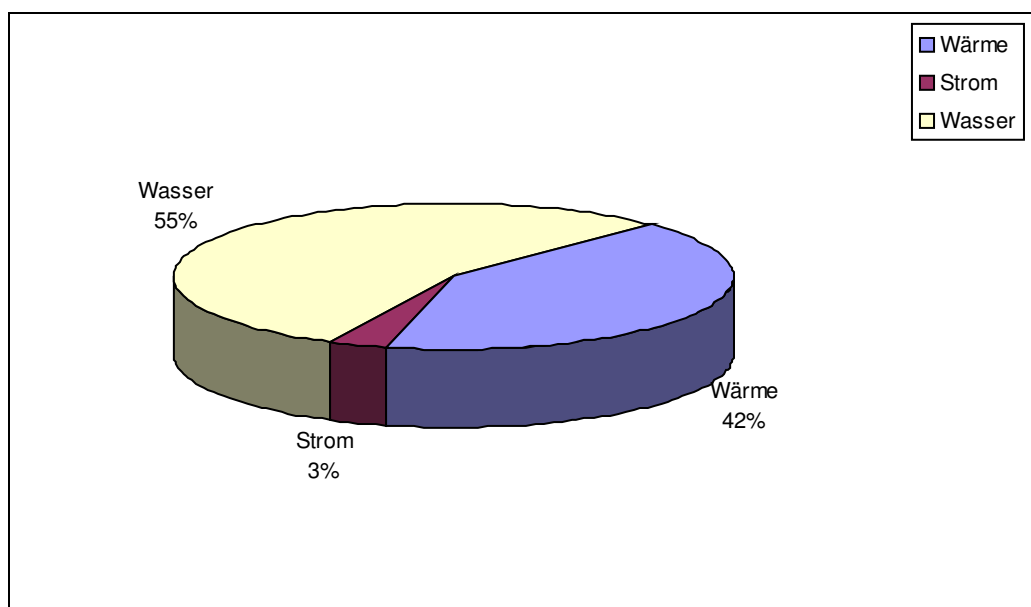
Endenergieverbrauch nach Energieverwendung

Abb. III-1: Prozentuale Aufteilung der Energieverwendung (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2005

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

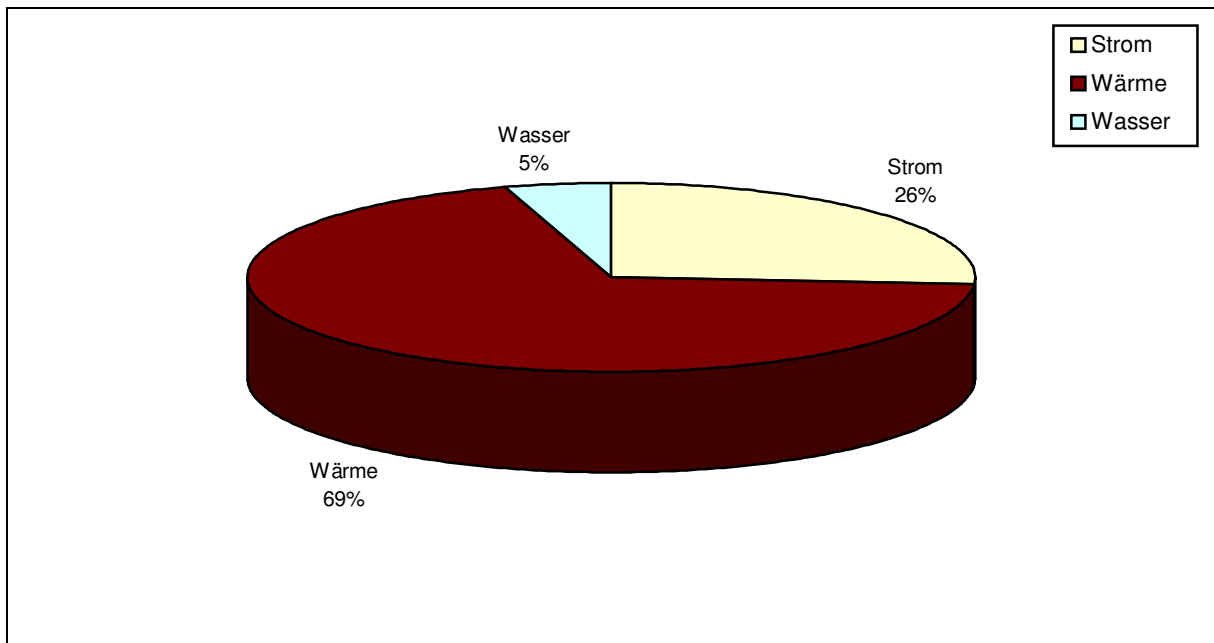


Abb. III-2: Kostenstruktur 2005

Endenergieverbrauch nach Energieträgern

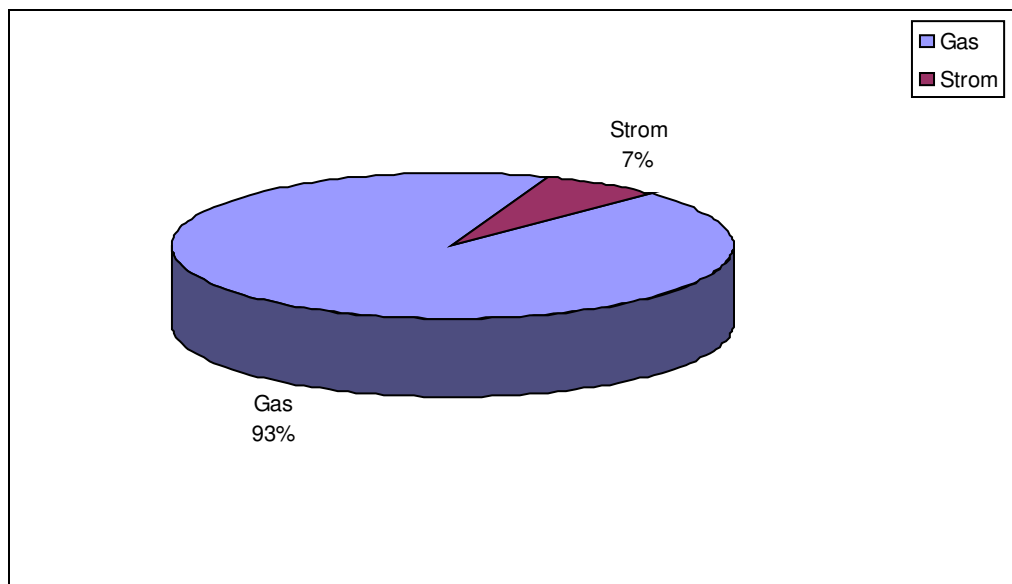


Abb. III-3: Prozentuale Aufteilung des Endenergieeinsatzes (Wärme witterungsbereinigt) der Liegenschaften 2005

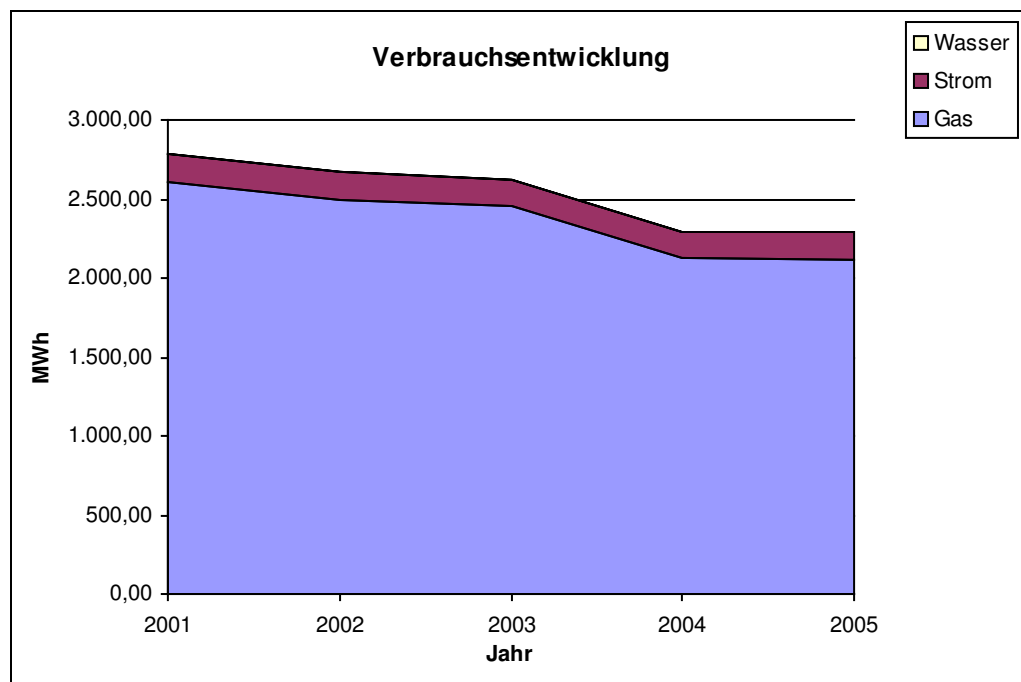


Abb. III-4: Entwicklung des Verbrauchs (Wärme witterungsbereinigt) an Endenergie (MWh) und Wasser (1.000 m³) aller Liegenschaften seit dem Basisjahr 2001

Energiekennwerte, Verbrauchsveränderungen und Energiepreise der Objekte geordnet nach Objektgruppen

Kennwerte und Energiepreise der Objekte nach Objektgruppen 2005

Objekt	Bau-jahr	Flächen m ²	Energieverbrauchskennwerte [kWh/m ²]			Verbrauch und spezifischer Preis			
			Ist	Vergleichswert		Verbrauch		Preis	
				Modalwert	Wertung	MWh unber.	Änd. (%) zu 2004	EUR/M Wh	EUR/m ²
Schulen:									
Grundschule Testort1 mit TH		1.771	17	13	29,49	11	330,74	5,51	
Grundschule Teststadt		1.977	14	13	27,36	17	268,59	3,72	
Gymnasium Teststadt		7.146	16	15	112,04	-2	236,37	3,71	
Summe Schulen:		10.894			168,89	3	258,07	4,00	
Gesamtsumme:		10.894			168,89	3	258,07	4,00	

Tab. III-1: Kennwerte und Energiepreise zum Stromverbrauch der Objekte 2005

Objekt	Bau- jahr	Flächen m ²	Energieverbrauchskennwerte [kWh/m ²]				Verbrauch und spezifischer Preis			
			Ist		Vergleichswert		Verbrauch		Preis	
			unber.	ber.	Modalwert	Wertung	MWh	Änd. (%) zu 2004	EUR/MWh	EUR/m ²
Schulen:										
Grundschule Testort1 mit TH		1.771	260	270	197		460,38	-22	70,66	18,37
Grundschule Teststadt		1.977	249	258	197		491,63	-27	68,64	17,07
Gymnasium Teststadt		7.146	152	158	200		1.088,55	-10	44,74	6,82
Summe Schulen:		10.894					2.040,56	-17	56,35	10,55
Gesamtsumme:		10.894					2.040,56	-17	56,35	10,55

Tab. III-2: Kennwerte und Energiepreise zum Heizenergieverbrauch der Objekte 2005

Objekt	Bau- jahr	Flächen m ²	Energieverbrauchskennwerte [Liter/ m ²]			Verbrauch und spezifischer Preis			
			Ist	Vergleichswert		Verbrauch		Preis	
				Modalwert	Wertung	m ³	Änd. (%) zu 2004	EUR/ m ³	EUR/m ²
Schulen:									
Grundschule Testort1 mit TH		1.771	467			827,00	-23	2,32	1,08
Grundschule Teststadt		1.977	514			1.016,00	11	2,14	1,10
Gymnasium Teststadt		7.146	139			991,00	6	3,87	0,54
Summe Schulen:		10.894				2.834,00	-3	2,80	0,73
Gesamtsumme:		10.894				2.834,00	-3	2,80	0,73

Tab. III-3: Kennwerte und Energiepreise zum Wasserverbrauch der Objekte 2005

Energieeinsatz der Objekte nach Objektgruppen 2005

Objekte nach Objektgruppen	Bezugsfläche		Endenergieeinsatz						Primärenergieeinsatz		Wasserverbrauch		
			Brennstoffe/Wärme ber.			Strom			MWh	Änd. (%) zu 2004	m³	Änd. (%) zu 2004	1.000 EURO
2005	m²	Änd. (%) zu 2004	MWh	Änd. (%) zu 2004	1.000 EURO	MWh	Änd. (%) zu 2004	1.000 EURO					
Schulen:													
Grundschule Testort1 mit TH	1.771		478,22	-6	32,53	29,49	11	9,75	1.523,13	-5	827,00	-23	1,92
Grundschule Teststadt	1.977		510,68	-12	33,74	27,36	17	7,35	1.614,11	-11	1.016,00	11	2,17
Gymnasium Teststadt	7.146		1.130,73	9	48,70	112,04	-2	26,48	3.728,30	8	991,00	6	3,84
Summe Schulen:	10.894		2.119,63	0	114,97	168,89	3	43,58	6.865,54	0	2.834,00	-3	7,93
Gesamtsumme:	10.894		2.119,63	0	114,97	168,89	3	43,58	6.865,54	0	2.834,00	-3	7,93

Tab. III-4: Bezugsfläche, Energieeinsatz, Energiekosten, Primärenergieverbrauch und Wasserverbrauch der Objekte 2005 nach Objektgruppen mit Änderungen (in %) im Vergleich zum Vorjahr 2004

Schlussfolgerungen, Handlungsbedarf und Prioritäten

Mit den Tabellen und Grafiken des Teiles III des Energieberichtes können Prioritäten für die weitere Arbeit gesetzt werden. Es werden die Fragen beantwortet:

- Welche Objekte sind die Großverbraucher
- Welche Objekte haben Verbrauchszunahmen
- Welche Objekte haben auffällige Kennwerte
- Welche Objektgruppe verbraucht am meisten und verursacht die höchsten Kosten
- Welche Objektgruppe hat die höchsten Energiepreise
- Welche Objekte sind auffällig innerhalb der Objektgruppe

Filterung der „auffälligen Gebäude“ nach den Kriterien Energiekennzahlen, hoher absoluter Brennstoff- oder Stromverbrauch, Alter, Störungshäufigkeit, anstehende Sanierungsmaßnahmen. Daraus ergibt sich eine **Liste für die Durchführung von Grobanalysen** zur Feststellung der konkreten Ursachen der Schwachstellen und eventueller Verbesserungsmaßnahmen.

- Teil IV: Darstellung und Analyse der einzelnen Objekte**
- Verbräuche, Kosten und Emissionen und deren Entwicklung**
 - Bewertung der Objekte nach Energiekennwerten**
 - Kostenstruktur**
 - Grobanalyse der Anlagentechnik und Gebäudesubstanz**
 - Zählerstruktur**

1. Grundschule Testort1 mit TH

1. Kapitel: Verbräuche, Kosten und Emissionen und deren Entwicklung

- **Verbräuche 2005**

	Verbrauch	Veränderung*	Kennwert	Veränderung*
Strom	29.493 kWh	+11%	17 kWh/m ² a	+11%
Wärme unber.	460.380 kWh	-22%		
davon Gas	460.380 kWh	-22%		
Wärme ber.	478.218 kWh	-6%	270 kWh/m ² a	-6%
Frischwasser	827 m ³	-23%	0,47 m ³ /m ² a	-23%

* gegenüber dem Vorjahr

- **Kosten 2005**

	Absolut	Veränderung*	Spezifisch	Veränderung*
Strom	9.755 EUR	0%	33,1 Pf/kWh	-10%
Wärme	32.533 EUR	+10%	7,1 Pf/kWh	+41%
davon Gas	32.533 EUR	+10%		
Frischwasser	1.917 EUR	-21%	2,32 EUR/m ³	

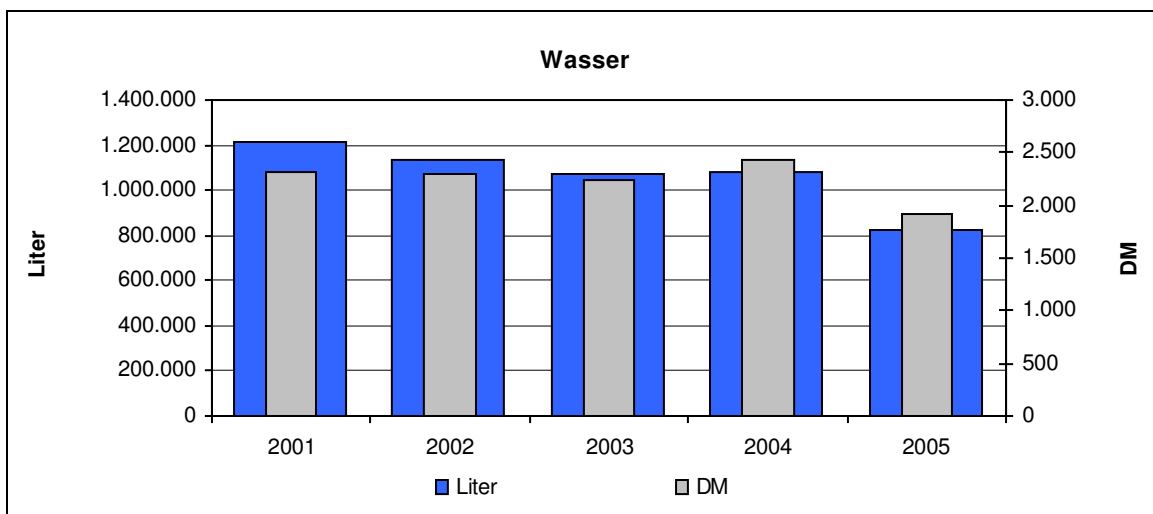
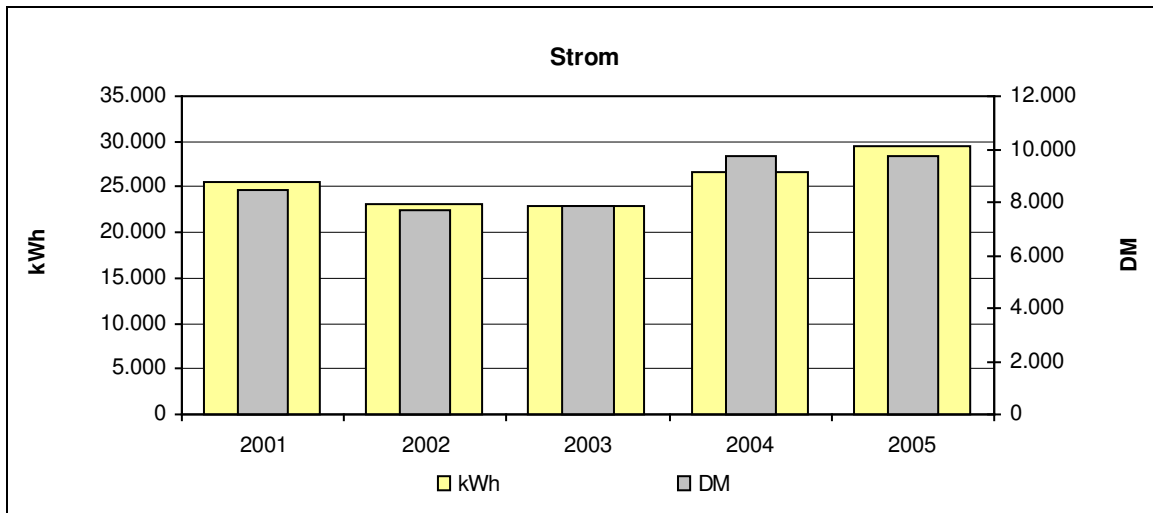
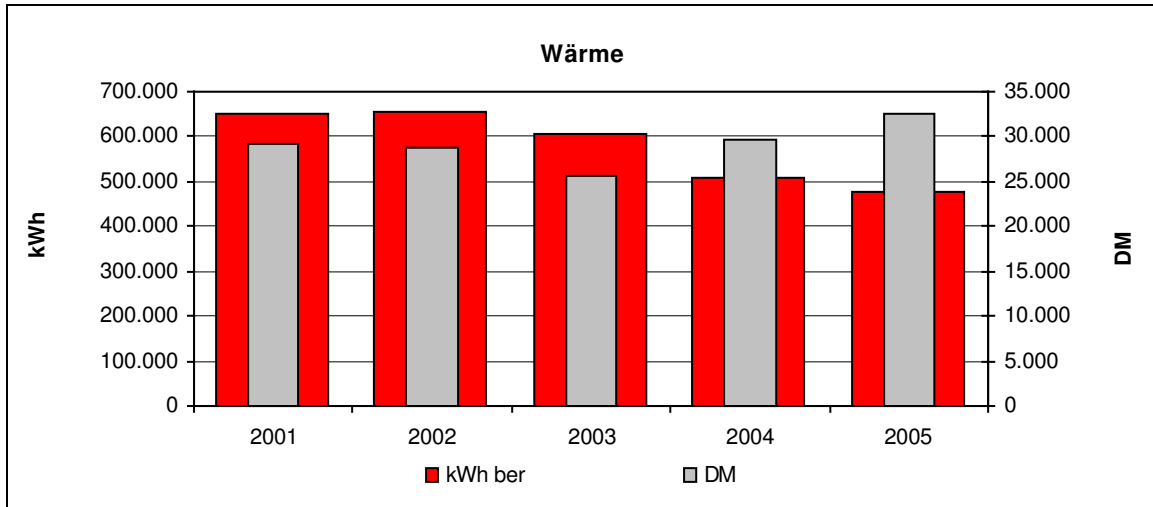
* gegenüber dem Vorjahr

- **Emissionen 2005**

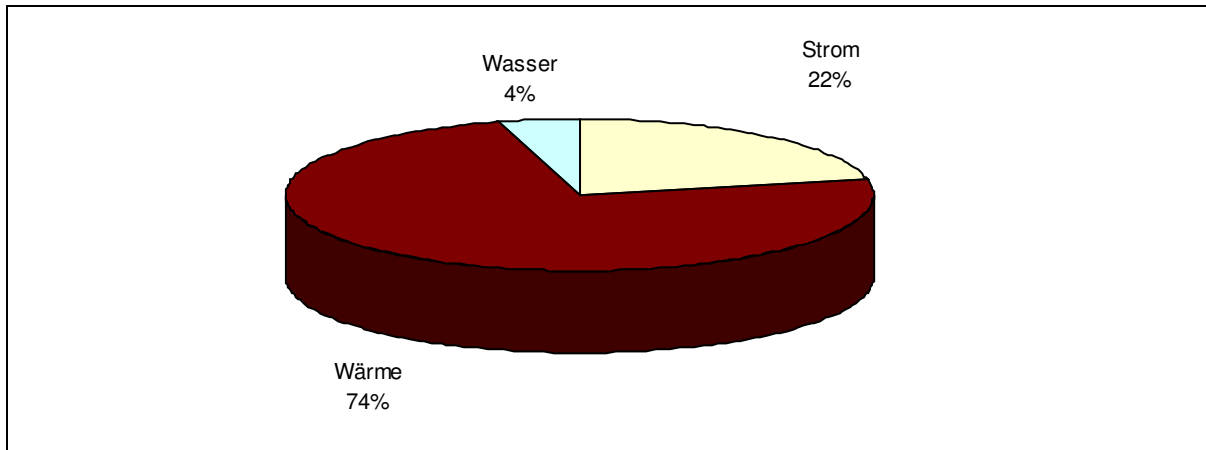
	Kohlendioxid CO ₂ [kg]	Schwefeldioxid SO ₂ [kg]	Stickoxid NO _x [kg]	Staub [kg]
Strom	18.138,2	12,4	13,9	1,2
Wärme	119.698,8	4,6	64,5	0,9
davon Gas	119.698,8	4,6	64,5	0,9

- **Kommentare:**

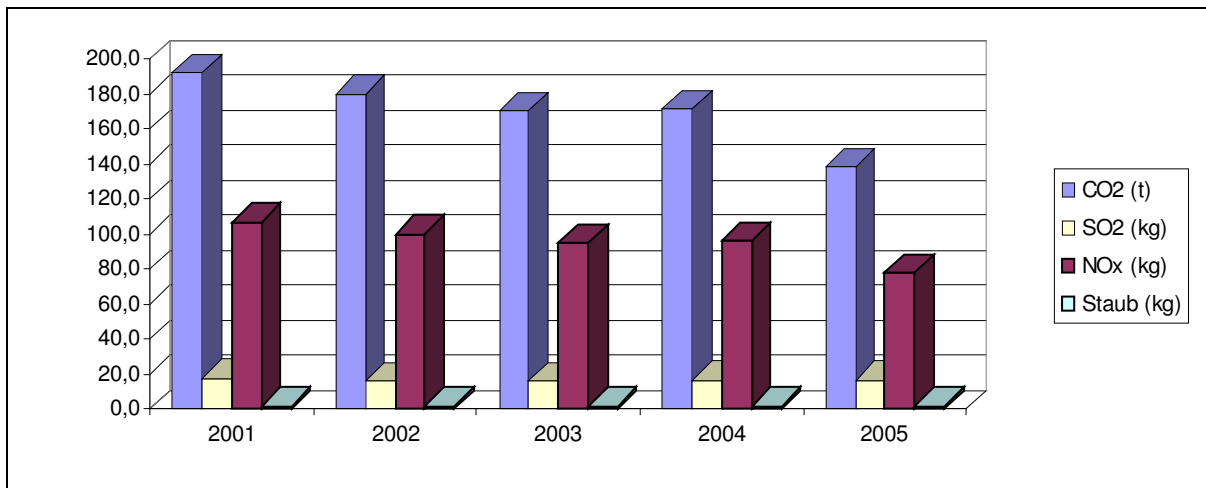
• Jahreswerte 2001 – 2005



• **Kostenstruktur 2005**



• **Entwicklung der Emissionen**



Kommentare:

2. Kapitel: Bewertung der Objekte nach Energiekennwerten

• Verbrauchskennwerte 2005



Kommentare:

3. Kapitel: Grobanalyse der Anlagentechnik und Gebäudesubstanz

4. Kapitel: Zählerstruktur

Darstellung der Zählerstruktur

2. Grundschule Teststadt

1. Kapitel: Verbräuche, Kosten und Emissionen und deren Entwicklung

• Verbräuche 2005

	Verbrauch	Veränderung*	Kennwert	Veränderung*
Strom	27.357 kWh	+17%	14 kWh/m ² a	+17%
Wärme unber.	491.630 kWh	-27%		
davon Gas	491.630 kWh	-27%		
Wärme ber.	510.678 kWh	-12%	258 kWh/m ² a	-12%
Frischwasser	1.016 m ³	+11%	0,51 m ³ /m ² a	+11%

* gegenüber dem Vorjahr

• Kosten 2005

	Absolut	Veränderung*	Spezifisch	Veränderung*
Strom	7.348 EUR	+6%	26,9 Pf/kWh	-10%
Wärme	33.743 EUR	+5%	6,9 Pf/kWh	+43%
davon Gas	33.743 EUR	+5%		
Frischwasser	2.171 EUR	+6%	2,14 EUR/m ³	

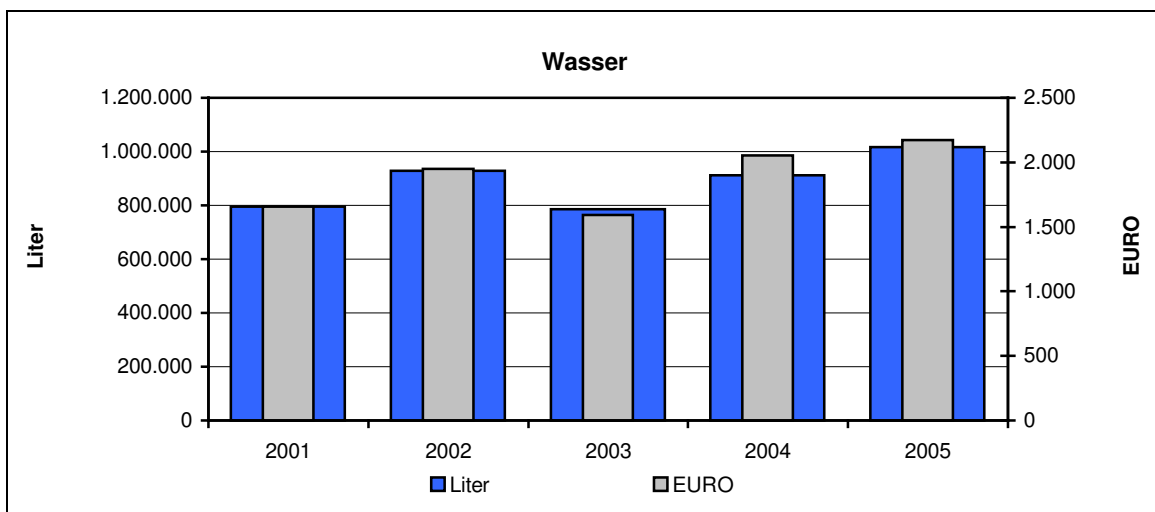
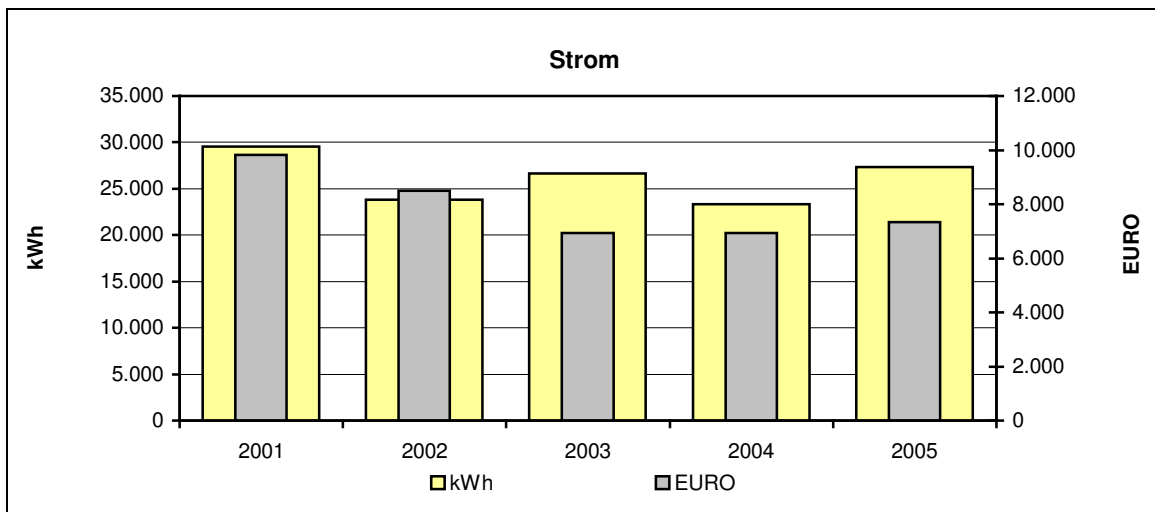
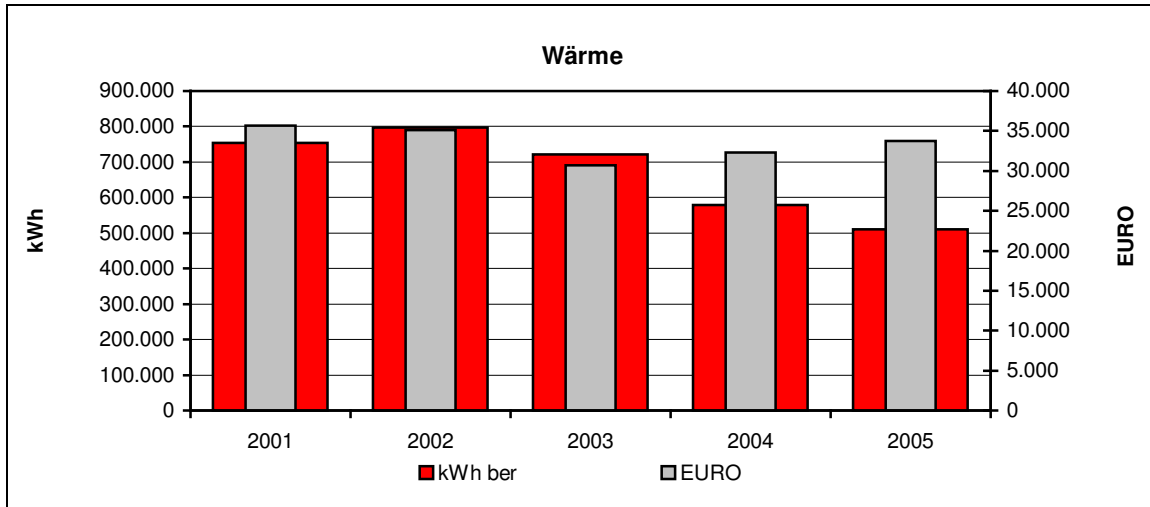
* gegenüber dem Vorjahr

• Emissionen 2005

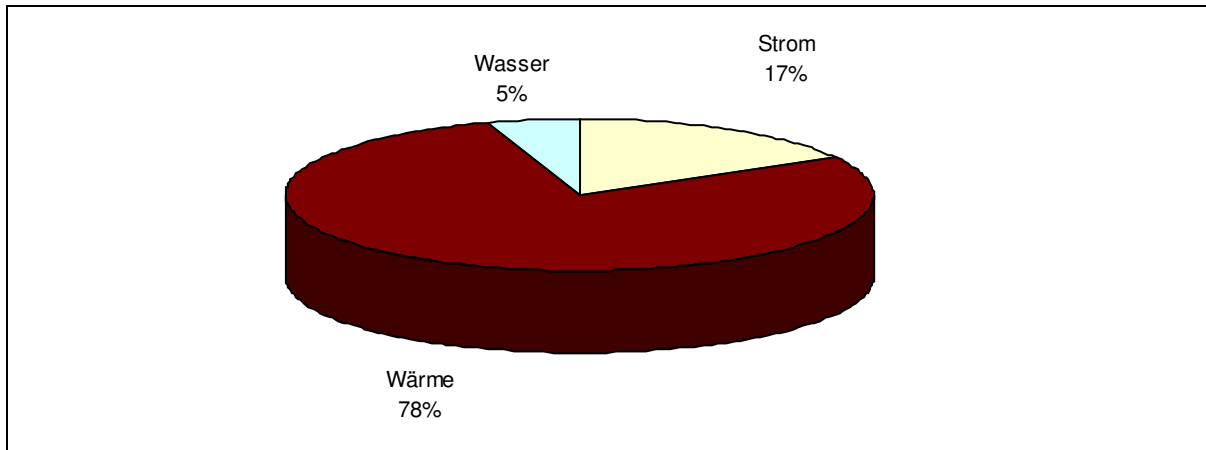
	Kohlendioxid CO ₂ [kg]	Schwefeldioxid SO ₂ [kg]	Stickoxid NO _x [kg]	Staub [kg]
Strom	16.824,6	11,5	12,9	1,1
Wärme	127.823,8	4,9	68,8	1,0
davon Gas	127.823,8	4,9	68,8	1,0

• Kommentare:

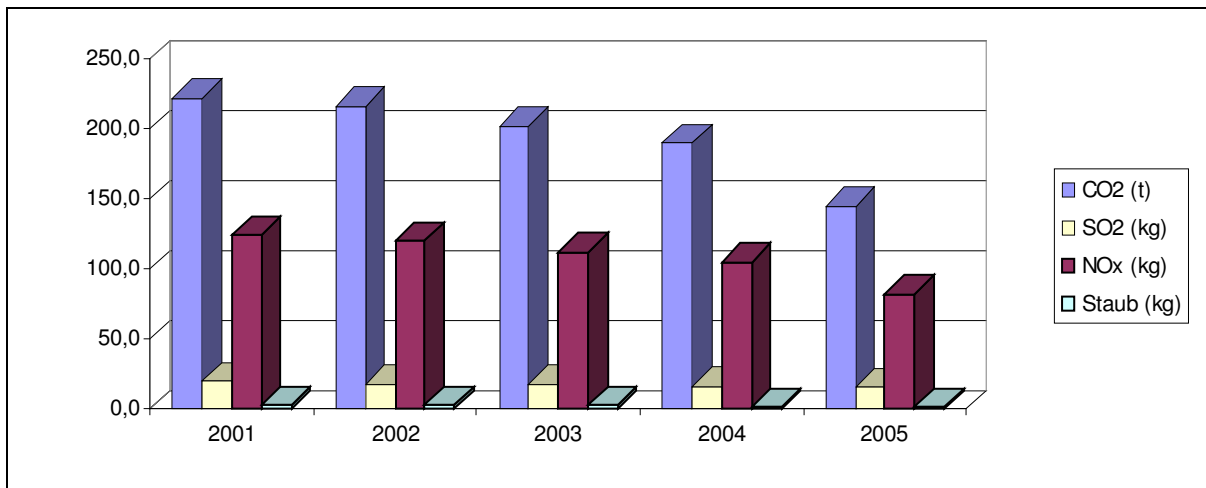
• Jahreswerte 2001 – 2005



• **Kostenstruktur 2005**



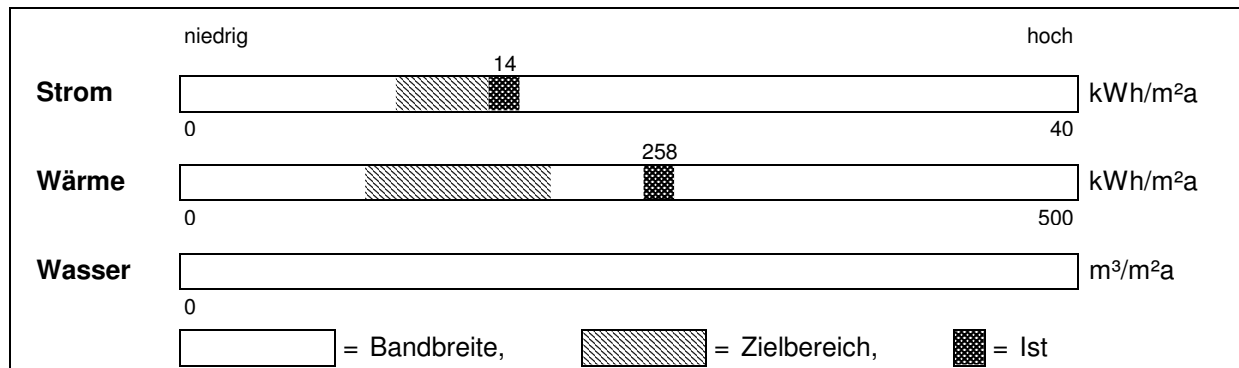
• **Entwicklung der Emissionen**



Kommentare:

2. Kapitel: Bewertung der Objekte nach Energiekennwerten

• Verbrauchskennwerte 2005



Kommentare:

3. Kapitel: Grobanalyse der Anlagentechnik und Gebäudesubstanz

4. Kapitel: Zählerstruktur

Darstellung der Zählerstruktur

3. Gymnasium Teststadt

1. Kapitel: Verbräuche, Kosten und Emissionen und deren Entwicklung

- **Verbräuche 2005**

	Verbrauch	Veränderung*	Kennwert	Veränderung*
Strom	112.040 kWh	-2%	16 kWh/m ² a	-2%
Wärme unber.	1.088.550 kWh	-10%		
davon Gas	1.088.550 kWh	-10%		
Wärme ber.	1.130.726 kWh	+9%	158 kWh/m ² a	+9%
Frischwasser	991 m ³	+6%	0,14 m ³ /m ² a	+6%

* gegenüber dem Vorjahr

- **Kosten 2005**

	Absolut	Veränderung*	Spezifisch	Veränderung*
Strom	26.482 EUR	-15%	23,6 Pf/kWh	-13%
Wärme	48.701 EUR	-6%	4,5 Pf/kWh	+4%
davon Gas	48.701 EUR	-6%		
Frischwasser	3.838 EUR	+2%	3,87 EUR/m ³	

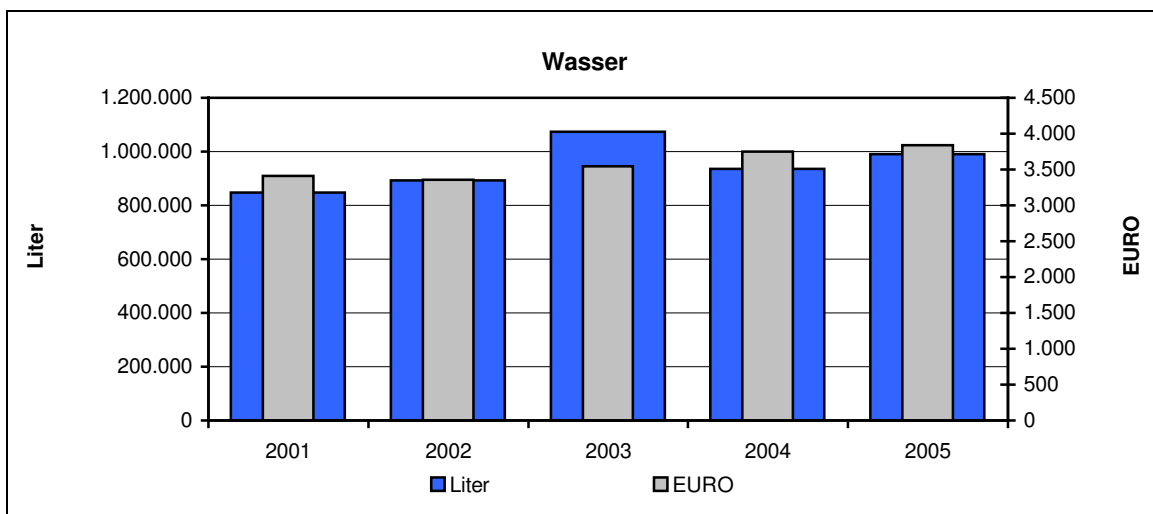
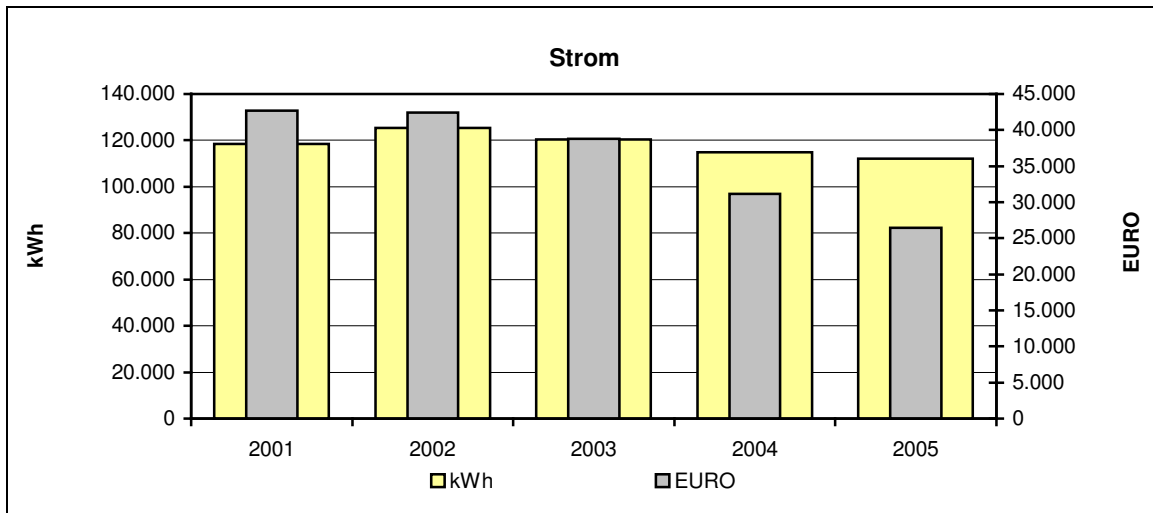
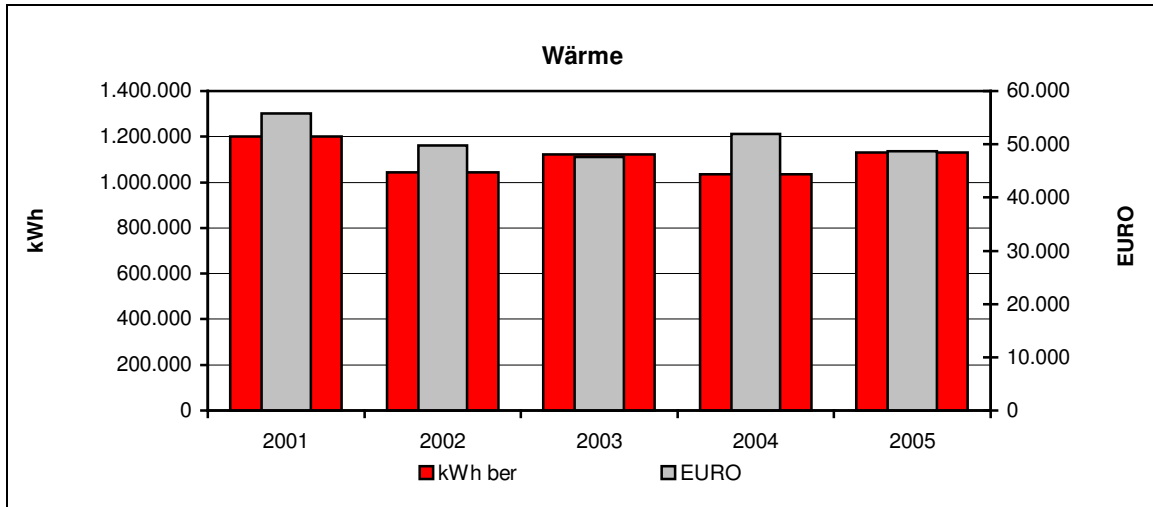
* gegenüber dem Vorjahr

- **Emissionen 2005**

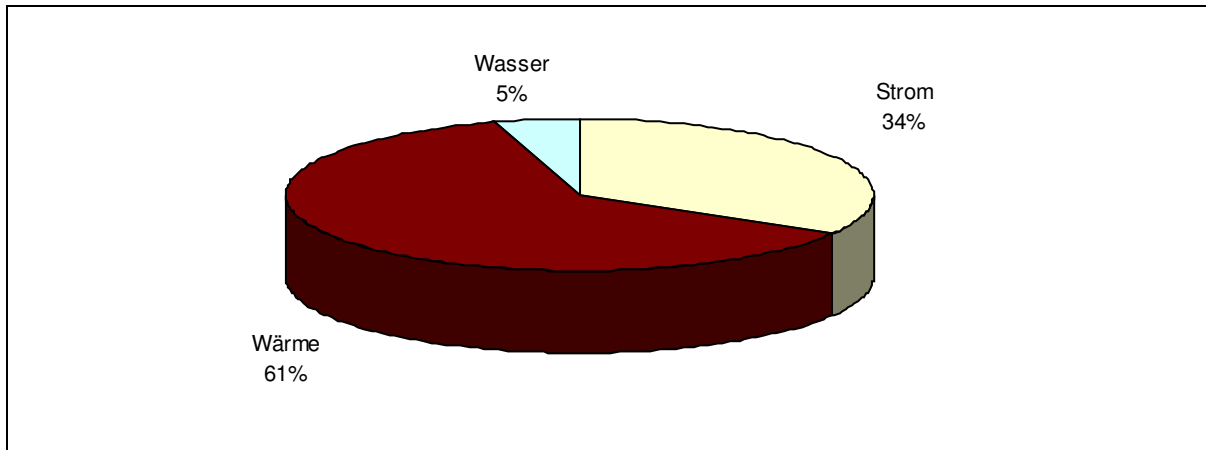
	Kohlendioxid CO ₂ [kg]	Schwefeldioxid SO ₂ [kg]	Stickoxid NO _x [kg]	Staub [kg]
Strom	69.464,8	47,1	52,7	4,5
Wärme	283.023,0	10,9	152,4	2,2
davon Gas	283.023,0	10,9	152,4	2,2

- **Kommentare:**

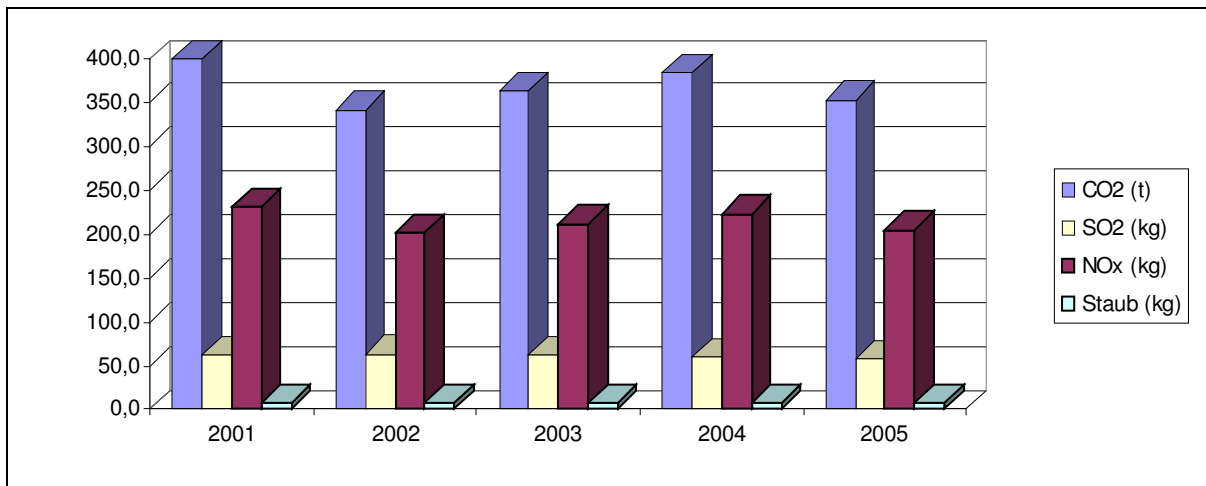
• Jahreswerte 2001 – 2005



• **Kostenstruktur 2005**



• **Entwicklung der Emissionen**



Kommentare:

2. Kapitel: Bewertung der Objekte nach Energiekennwerten

• Verbrauchskennwerte 2005



Kommentare:

3. Kapitel: Grobanalyse der Anlagentechnik und Gebäudesubstanz

4. Kapitel: Zählerstruktur

Darstellung der Zählerstruktur

Teil V: Feinanalysen und investive Maßnahmen

Ergebnisse von Feinanalysen durch externes Ingenieurbüro/EVU Schlussfolgerungen hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen, Begründung, Maßnahmenkatalog, Investitions- und Finanzierungsplan, Emissionsminderungsstrategie

Ergebnisse von Feinanalysen durch externes Ingenieurbüro/EVU

(für jedes untersuchte Objekt)

- Messungen (Strombedarf über mehrere Tage, Raum-Temperaturen, Vor- und Rücklauftemperaturen, Lichtstärken, ...)
- Ergebnis der Überprüfung der Druckverhältnisse in der Heizwasserversorgung
- gegebenenfalls Einregulierung der Heizkörper
- Ergebnisse von Simulationsrechnungen (Heizbedarf, Beleuchtung)
- Energieflussbild für das Gebäude
- Kostenermittlung von Verbesserungsmaßnahmen (HOAI; VDI 2067)
- Wirtschaftlichkeit
- Kosten/Einspar-Potentialkurve
- Emissionsminderungspotential der Maßnahme
- Prioritätenliste und mittelfristiger Maßnahmenplan.

Schlussfolgerungen hinsichtlich der notwendigen Maßnahmen, Begründung Maßnahmenkatalog, Investitions- und Finanzierungsplan, Emissionsminderungsstrategie

- Maßnahmenkatalog

(bereits durchgeführt, in Vorbereitung, mittelfristig geplant)

- Wirtschaftlichkeit

(Trennung der Kosten in „Ohnehin-Maßnahmen“ und energiesparbedingte Maßnahmen)

- jährliche Kosteneinsparungen durch Sparmaßnahmen; eventuell Berücksichtigung von „kalkulatorischen“ Energiepreisen (Energiepreise, die die externen Kosten berücksichtigen); Feststellung der spezifischen Einsparkosten (Pf/kWh_{PE})
- Gegenüberstellung der bisher erreichten Ergebnisse mit den durch Gemeinderatsbeschluss festgestellten Zielen – Fortschreibung des Emissionsminderungsplanes

- Begründung für Priorisierung und Investitionsplan als Basis für einen Beschlussvorschlag der Verwaltungsspitze an die kommunalen Gremien.

Teil VI: Anhang

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.

- **BERECHNUNGSRUNDLAGEN**

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

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/(m ² a)
E_{VS}	bereinigter Stromverbrauch in kWh/a
A_E	Energiebezugsfläche in m ²

Berechnung des Heizenergieverbrauchskennwerts

Der Heizenergieverbrauchskennwert berechnet sich anhand folgender Gleichung:

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

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:

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

v_{VW} Wasserverbrauchskennwert in m³/(m²a)

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

A_{E} Bezugsfläche in m²

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.

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 %.

• DATENERFASSUNG UND AUSWERTUNG DER DATEN

Methodik der Datenerfassung

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

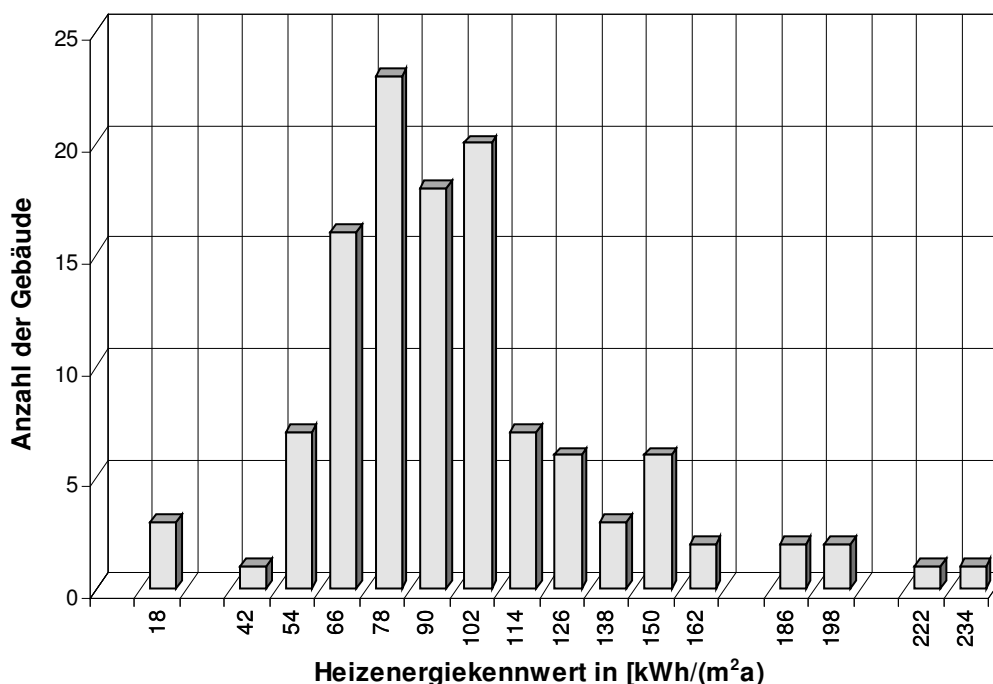
Die Erfassung der Objektdaten (z.B. beheizte Bruttogrundfläche, Zählerstandort, etc.) erfolgt im Rahmen der ersten Begehungen.

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/(m² a)

Unteres Quartilsmittel: 61 kWh/(m² a)

Standardabweichung: 37 kWh/(m²a)

Flächendurchschnitt: 7.690 m²

Der **untere Quartilsmittelwert** 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.

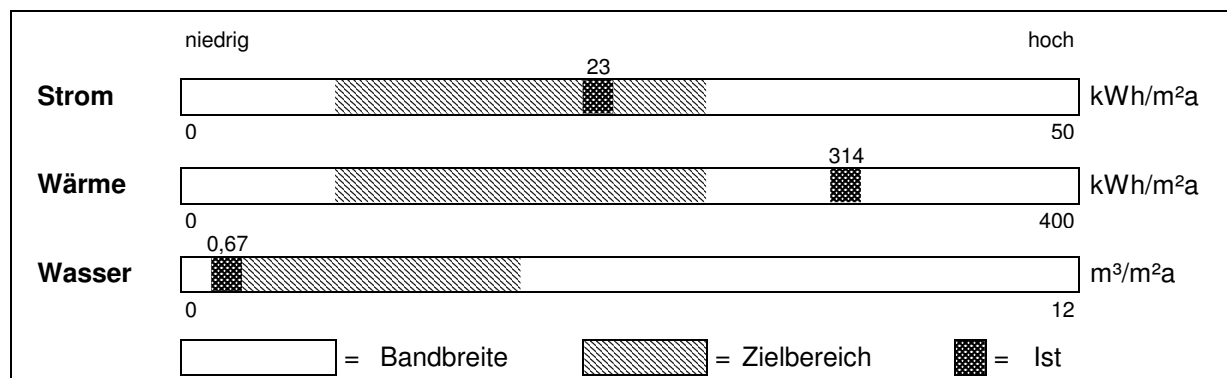
Der **Mittelwert** (arithmetisches Mittel) errechnet sich aus: Summe der Einzelwerte deren Mittelwert bestimmt werden soll, geteilt durch die Anzahl der berücksichtigten Einzelwerte.

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.

• 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: emittiere, 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.