

# Nachhaltigkeit konkret - 12 Jahre Klima- und Umweltschutz an der Freien Universität Berlin



**Andreas Wanke**  
Koordinator für Energie- und Umweltmanagement  
Freie Universität Berlin  
Technische Abteilung  
Arbeitsbereich Energie und Umwelt  
[www.fu-berlin.de/energieundumwelt](http://www.fu-berlin.de/energieundumwelt)

# Inhalt

## 1 Ausgangslage

## 2 Bausteine des Energie- und Umweltmanagements

- Energiecontrolling (seit 2001)
- Jährliche Energieeffizienzprogramme (seit 2003)
- Zertifizierung nach ISO 14001 (seit 2004)
- Prämiensystem zur Energieeinsparung (seit 2007)
- Green IT Handlungsprogramm (seit 2010)
- Mitwirkung an der FU-Initiative SUSTAIN IT! (seit 2011)
- Klimaschutzvereinbarung mit dem Land Berlin (seit 2011)
- Blockheizkraftwerke (seit 2013)

## 3 Energiebilanzen 2000-2012

- Gebäude- und Projektbeispiele

## 4 Erfolgsfaktoren





# Ausgangssituation



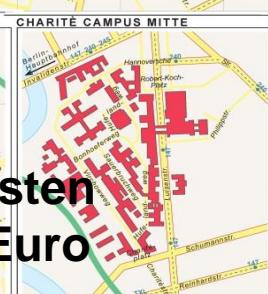


**33.300 Studierende**

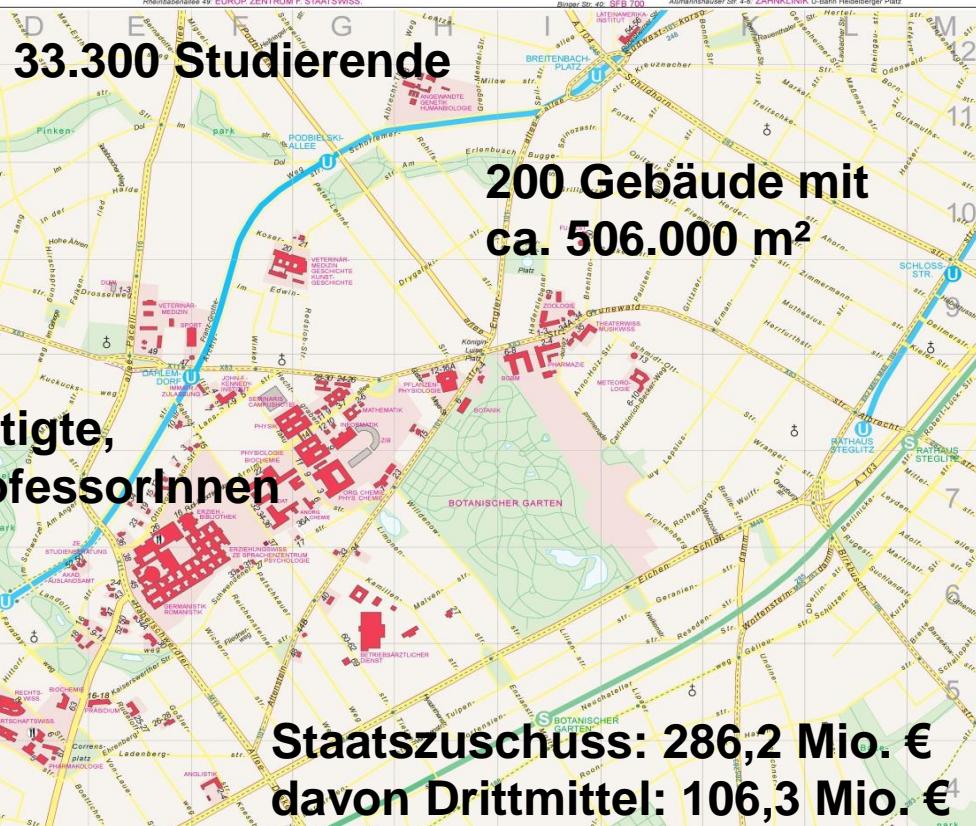
**4.120 Beschäftigte,  
davon 348 ProfessorInnen**



**Energiekosten  
13,2 Mio. Euro**

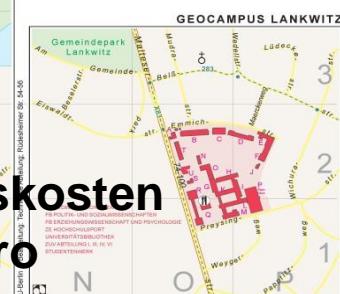


**Wasserkosten  
1,3 Mio. Euro**



**Entsorgungskosten  
0,37 Mio. Euro**

- Gebäude der FU mit Grundstücksfläche und Hausnummer
- Einrichtung der FU (Auswahl)
- Mensa
- Gebäude mit teilw. FU-Nutzung
- Übrige bebauten Fläche
- Grünfläche
- Gewässerfläche
- Wichtige Hauptstraße
- Hauptstraße
- Nebenstraße
- Buslinie mit Haltestelle
- S-Bahn Linie mit Bahnhof
- U-Bahn Linie mit Bahnhof

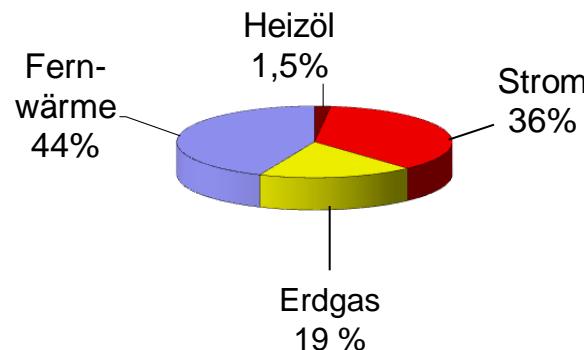


Data: 2012, except government grant/ third-party funds (2010)

# Energieverbrauch, Energiekosten, CO<sub>2</sub>-Emissionen 2012

## Energieverbrauch

(124,2 Mio. kWh)



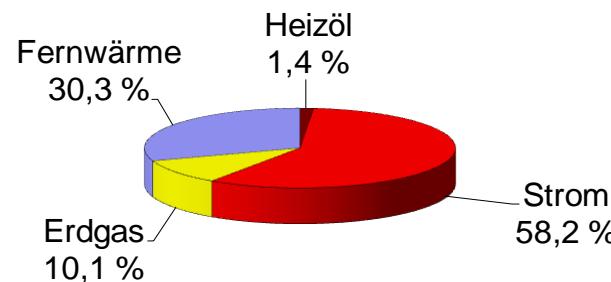
## Energiekosten

(13,2 Mio. Euro)



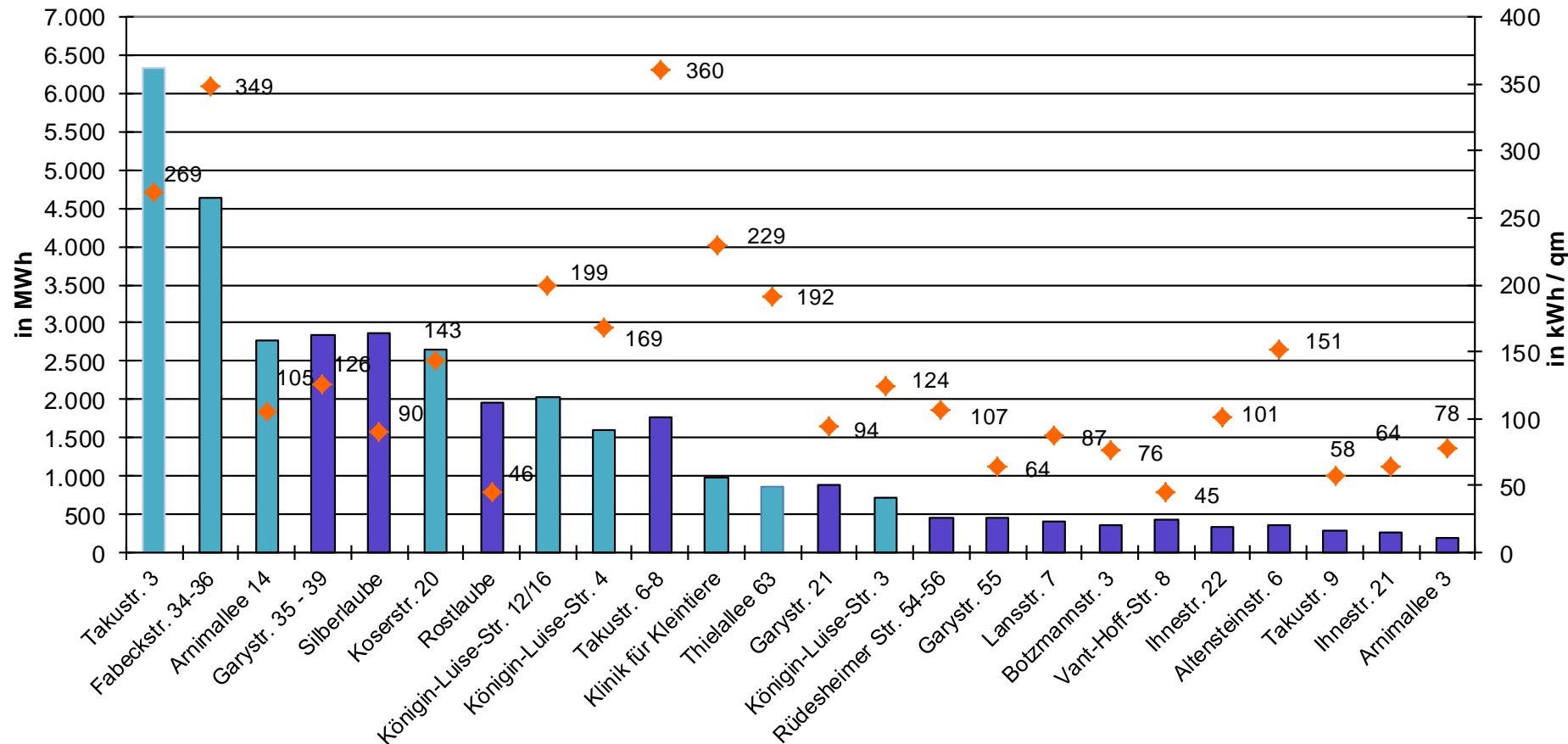
## Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen

(43.843 Tonnen)



# Wärmeverbrauch ausgewählter Liegenschaften

absolut in MWh und spezifisch in kWh/qm (2011)



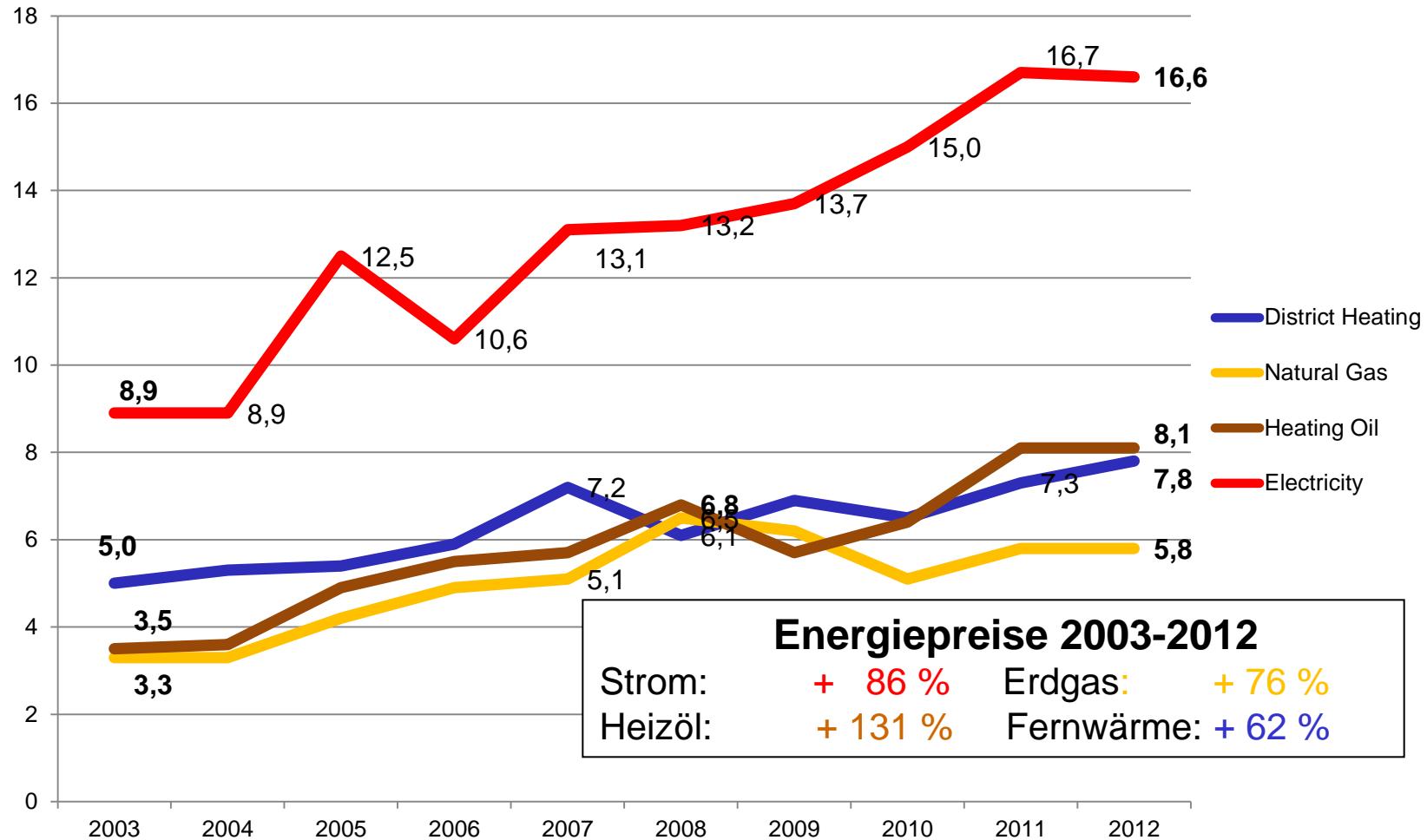
naturwissenschaftliche Nutzung

geistes-/sozialwissenschaftliche Nutzung

■ Wärmeeinsatz insgesamt in MWh  
◆ Wärmeeinsatz in kWh/qm (NGF)

# Energiepreise

2003-2012 in Cent/kWh

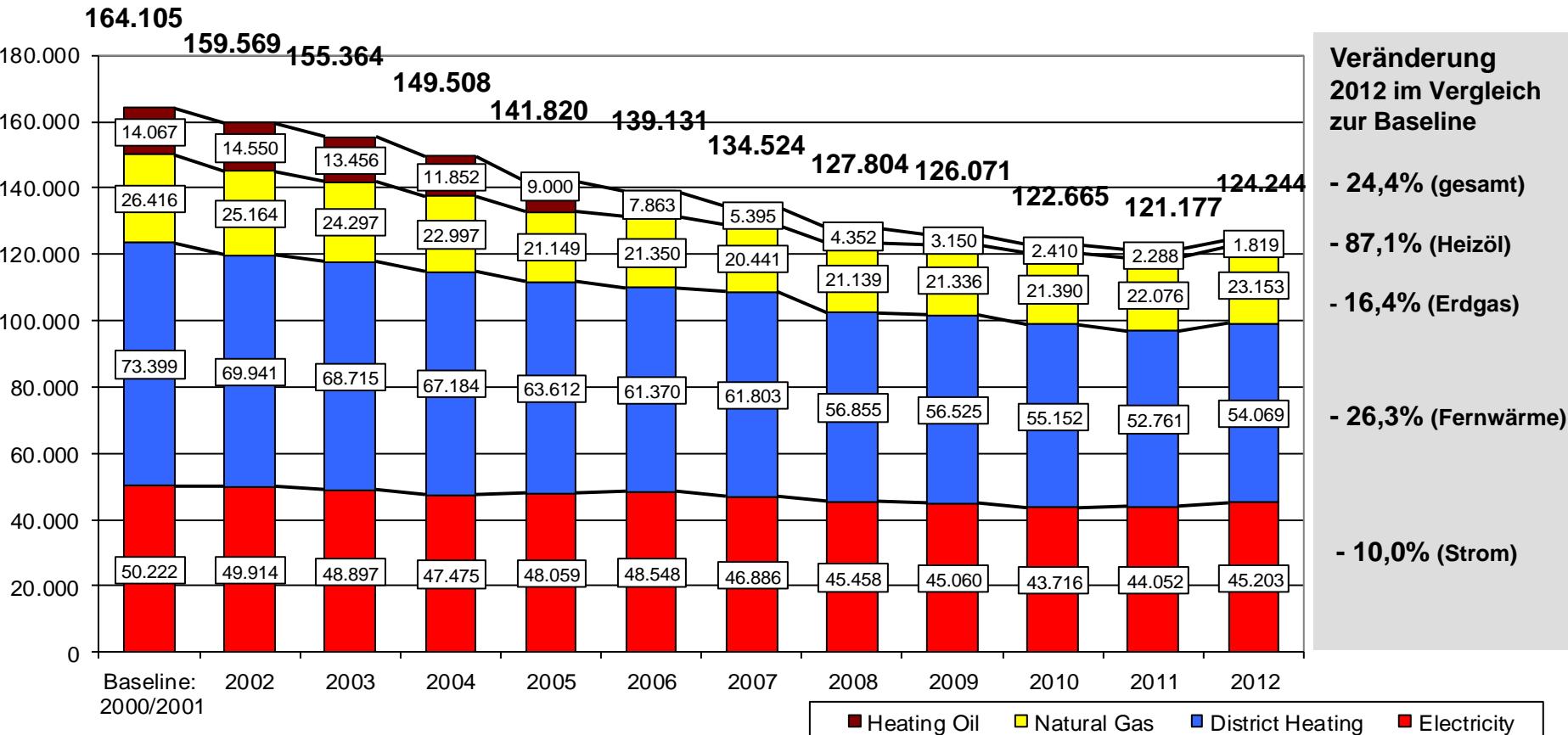


# Energieverbrauch 2000-2012

Endenergie in MWh

Kostenentlastung 2012 (im Vergleich zur Baseline 2000/01): 3,5 Mio. Euro

in MWh



# Besonderheiten bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen

- **systematische Interdependenzen zwischen technischen, organisatorischen und verhaltensbezogenen Maßnahmen**
- **technologische Heterogenität**
- **Kleinteiligkeit von Effizienzmaßnahmen (technisch und organisatorisch)**
- **mangelnde Visualisierbarkeit**
- **unterdurchschnittliche Technikfaszination**
- **hoher Kommunikationsaufwand durch erforderliche Einbindung der betroffenen Bereiche und FU-Angehörigen**

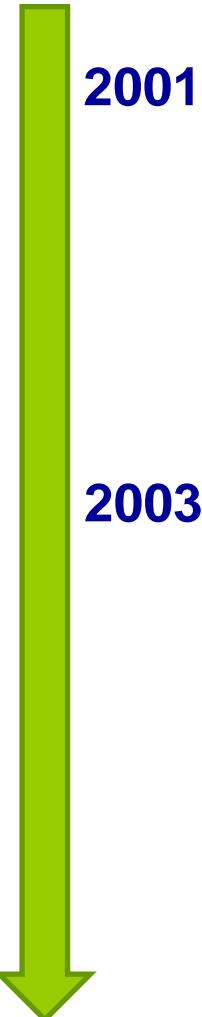


# Aufbau und Bausteine des Energie- und Umweltmanagements



# Instrumente

- 1 Energiecontrolling und -monitoring**
  - Schließung von Erfassungslücken
  - monatliche Ablesung durch Betriebspersonal
  - Installation von Zählern in allen Gebäuden
  - Aufbau eines web-basierten Online-Energie-Monitoringsystems  
**(seit 2010)**
- 2 Jährliche Energieeffizienzprogramme für Gebäude**
  - 2003-2010: Modernisierung von Heizungs- und Lüftungsanlagen incl. Regelungstechnik in allen großen Gebäuden
  - punktuelle Beseitigung von Schwachpunkten im Bereich der Gebäudehüllen
  - sehr gute Wirtschaftlichkeit, insbesondere die Optimierung der Heizungssysteme mit Kapitalrückflußzeiten < 5 Jahren
  - gebäudebezogene Wärmeeinsparungen zwischen 15% und 50%, durchschnittl. 30%



# Betriebswirtschaftliche Kennzahlen ausgewählter Modernisierungsprojekte

Liegenschaften	Habelschwerdter Allee 45 (Silberlaube)	Rudolffweg 25-27	Ihnestr. 22	Standort Düppel	Standort Lankwitz
NGF in qm	31.708 qm	3.695 qm	3.990 qm	33.989 qm mit 24 Tierkliniken, Instituts- und Verwaltungsgebäuden und Ställen, Mensa	47.938 qm mit 24 Instituts- und Verwaltungsgebäuden, Mensa
Nutzer	FB Erziehungswissenschaft und Psychologie / PC-Pools	Verwaltungsgebäude	FB Politik- und Sozialwissenschaften	FB Veterinärmedizin	FB Geowissenschaften
Maßnahmen	Modernisierung der Heizungsanlage, Optimierung der Lüftungs- und Beleuchtungsregelung	Modernisierung der Heizungsanlage	Modernisierung der Heizungsanlage; Dämmung der obersten Geschoßdecke	Sanierung der Nahwärmezentrale (4,2 MW); Modernisierung der Heizungsanlagen in 23 Gebäuden	Modernisierung der Wärmeversorgung und Heizungsanlagen in 20 Gebäuden
Jahr der Maßnahmendurchführung	2003	2005	2003	2004	2006/07
eingesetzte Mittel in Euro	161.972 €	42.294 €	65.849 €	803.578 €	634.763 €
Wärmeeinsparung in MWh/a	1.230 MWh/a	140 MWh/a	188 MWh/a	3.390 MWh/a	2.536 MWh/a
Stromeinsparung in MWh/a	90 MWh/a	2 MWh/a	2 MWh/a	300 MWh/a	210 MWh/a
ROI auf der Basis der Energietarife 2005	2,2	6,6	6,6	4,4	4,6
ROI auf der Basis der Energietarife 2008	1,8	4,1	5,3	3,2	3,4
ROI auf der Basis der Energietarife 2010	1,6	4,8	4,7	3,6	3,8

ROI = Return of Investment

# Instrumente

## 3. Zertifizierung des Umweltmanagementsystems nach ISO 14001

- Managementsystem mit allen Elementen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (PDCA-Zyklus)
- Gründung von Umweltteams in den Fachbereichen
- Fokussierung auf Legal Compliance
- Ausweitung der internen Audits auf ca. 50 Begehungen pro Jahr (seit 2011)

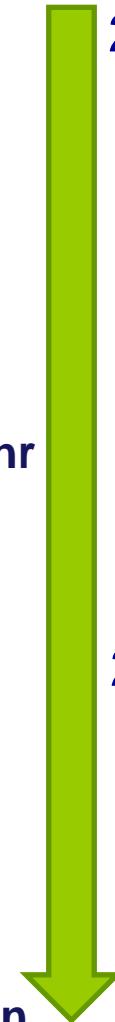
2004



## 4. Prämiensystem zur Energieeinsparung mit folgenden Zielen:

- Capacity Building beim Energiesparen in den Fachbereichen
- Identifizierung und Umsetzung organisatorischer und verhaltensbezogener Energiesparpotentiale
- Berücksichtigung von Energieeffizienz bei der Beschaffung von Laborgeräten und IT-Hardware

2007



# Grundsätze des Prämiensystems

- **Baseline = gebäudebezogener Durchschnittsverbrauch 2004/05 oder 2006 multipliziert mit den nutzerbezogenen Flächen**
- **Bonuszahlungen (50 %) bei Unterschreitung der Baseline**
- **Zuzahlungen (100 %) bei Überschreitung der Baseline**
- **Berücksichtigung von Baumaßnahmen und Besonderheiten (z.B. PC-Pools) bei der Festlegung der Baseline**
- **Verhandlungen über die Anpassung der Baseline bei besonderen Ereignissen wie**
  - Bauarbeiten, Feuchtigkeitsproblemen, Großgeräten etc.
- **Integration der Wasserkosten 2012**

# Prämiensystem zur Energieeinsparung

## Funktionsweise

gebäude- bzw. nutzerbezogener Strom- und Wärmeverbrauch im Abrechnungsjahr	<u>abzgl.</u> <b>Baselineverbrauch</b> in kWh (2004/05) (2006)	<u>ergibt:</u> <b>Einsparung bzw. Mehrverbrauch</b> (in kWh Strom und Wärme)
--	--	--

<b>Einsparung in kWh</b>  <b>Mehrverbrauch in kWh</b>	<u>multipliziert mit den:</u> <b>spezifischen Strom- und Wärmekosten</b> in €/kWh	<u>multipliziert mit dem:</u> <b>Prämiensatz (50 %)</b>  <b>Zuzahlungssatz (100 %)</b>	<u>ergibt:</u> <b>Prämie in Euro</b>  <b>Zuzahlung in Euro</b>
---	---	---	---

# Prämiensystem

Monetäre Ergebnisse 2007 - 2011

Bereiche	Prämie 2007	Prämie 2008	Prämie 2009	Prämie 2010	Prämie 2011	Anteil an Energie- kosten 2011
FB BioChemPharm	-47.464 €	101.583 €	211.961 €	220.983 €	270.162 €	8.4%
FB Physik	5.670 €	20.199 €	13.333 €	25.049 €	59.206 €	8.1%
FB PolSoz	13.620 €	8.837 €	12.191 €	9.945 €	4.461 €	4.0%
FB GeschKult	5.740 €	8.700 €	12.427 €	13.877 €	14.806 €	6.7%
FB WiWiss	4.058 €	7.070 €	8.144 €	8.736 €	11.765 €	6.8%
FB Recht	1.412 €	6.597 €	14.138 €	13.505 €	6.602 €	4.4%
FB PhilGeist	4.345 €	5.522 €	4.513 €	7.079 €	16.328 €	4.3%
FB ErzPsych	-5.918 €	2.601 €	5.837 €	5.452 €	8.218 €	6.7%
FB Mathelnfor	-2.553 €	2.591 €	5.419 €	4.609 €	4.107 €	1.5%
FB Geowiss	5.909 €	1.537 €	4.451 €	4.307 €	4.573 €	0.6%
ZI Osteuropa	1.994 €	3.141 €	4.498 €	3.498 €	1.684 €	4.8%
ZI LAI	361 €	1.179 €	971 €	764 €	1.365 €	8.3%
ZI JFK	486 €	0 €	0 €	684 €	247 €	0.4%

rot = Zuzahlung

- 😊 **Steigendes Umweltbewusstsein und verstärkte Energiesparaktivitäten in den Fachbereichen**
  - zusätzliche Energiechecks durch die Hausmeister
  - verstärkte Kommunikation mit den Universitätsangehörigen
- 😊 **steigende Hinweise auf technische und bauliche Schwachstellen**
- 😊 **Rückgang des Wärmeverbrauchs in fast allen Liegenschaften und Trendwechsel beim Stromverbrauch nach 2007**
- 😊 **Prämien werden von einzelnen Fachbereichen für weitere Energieeffizienzmaßnahmen eingesetzt**

- ⌚ Energiesparaktivitäten in den Fachbereichen sind sehr unterschiedlich
- ⌚ Gebäudebegehungen belegen eine Vielzahl weiterer organisatorischer und verhaltenbezogener Einsparpotentiale

## Schlussfolgerungen

1. Senkung der Baseline um jährlich 2 % von 2012 bis 2015
2. Schließung der Universität in den akademischen Ferien am Jahreswechsel (2 Wochen), umgesetzt seit 2012/13

# Instrumente

## 5. Einsatz erneuerbarer Energien

- 9 Photovoltaik Anlagen seit 2008 mit insgesamt 675 kW Leistung und einer Stromproduktion von 600.000 kWh/a
- Studierendensolaranlage UniSolar 2010
- Dächer vermietet an externe Investoren

2008

## 6. Green-IT Handlungspogramm

- Bestandsaufnahme: IT Hardware für ein Viertel des gesamten Stromverbrauchs verantwortlich
- Etablierung eines Green-IT Handlungsprogramms
- Ziel: Einsparung von 30 Prozent des IT bedingten Stromverbrauchs bis 2015

2010



# Energieverbrauch und -kosten für IT

(Stand Anfang 2010; ohne Netzwerk, Telefoninfrastruktur, USV und Notebooks)

Gesamtstromverbrauch (2010)

**43.716.000 kWh**

**16,5 Cent/kWh (Strompreis)**

inkl. BGFM

IT-Gerät		Menge	kWh/Jahr	Euro/Jahr	Prozent	Prozent
PCs	Mitarbeiter-PCs	8.650 PCs	1.551.256 kWh	255.957 €	18,6%	<b>23,2%</b>
	Pool-PCs	1.092 PCs	349.615 kWh	57.686 €	4,2%	
	Thin Clients	434 Thin Clients	35.050 kWh	5.783 €	0,4%	
Monitore	Mitarbeiter-Monitore	10.380 Monitore	608.407 kWh	100.387 €	7,3%	<b>9,2%</b>
	Pool-Monitore	1.526 Monitore	162.358 kWh	26.789 €	1,9%	
Peripherie	Drucker	2.512 Geräte	448.101 kWh	73.937 €	5,4%	<b>9,0%</b>
	Kopierer	350 Geräte	141.787 kWh	23.395 €	1,7%	
	Alpha	94 Geräte	161.867 kWh	26.708 €	1,9%	
Server/ Storage	Zedat	253 Server, 1230 TB	790.240 kWh	130.390 €	9,5%	<b>26,7%</b>
	Taku9	247 Server, 320 TB	617.580 kWh	101.901 €	7,4%	
	Rest FU	373 Server, 484 TB	823.148 kWh	135.819 €	9,8%	
Server- Kühlung	Zedat	110 kW	963.600 kWh	158.994 €	11,5%	<b>27,8%</b>
	Taku 9	42 kW	367.920 kWh	60.707 €	4,4%	
	Rest FU	113 kW	990.290 kWh	163.398 €	11,8%	
Pool- Kühlung	FU gesamt	137 kW	350.634 kWh	57.855 €	4,2%	<b>4,2%</b>
<b>Summe</b>		<b>8.361.852 kWh</b>	<b>1.379.706 €</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

Anteil IT-Stromverbrauch an Gesamtstromverbrauch

**19,1%**

# Green-IT-Handlungsprogramm

Nicht und gering investive Maßnahmen		Investive Maßnahmen	
1. Green-IT Management systematisch verankern	✓	1. Energieeffiziente Kälteversorgung in den Rechenzentren sicherstellen	✓
2. Beschaffungsprozesse im Hinblick auf Energieeffizienz optimieren	✓	2. Verbesserung der Stromverbrauchstransparenz in den Rechenzentren	✓
3. IT-Nutzer/innen für einen sparsamen Umgang mit IT-Geräten sensibilisieren	⌚	3. Optimierung des IT-Monitorings (incl. Kennzahlensystem)	⌚
4. Powermanagement verbessern	⌚	4. Zentralisierung von Diensten und Servern	⌚
5. Verbrauchsgerecht mit IT-Dienstleistern abrechnen	⌚	5. Konsolidierung und Virtualisierung der Server	⌚
		6. Austauschprogramm für energieintensive PCs (ca. 1.100 Stück)	✓
✓ = weitgehend abgeschlossen ⌚ = in Bearbeitung, (Stand 04/2013)		7. Datenmanagement optimieren	⌚

# Instrumente

## 7. Mitwirkung an der FU-Initiative Sustain IT

- gegründet von Studierenden, Forschungszentrum Umweltpolitik (FFU) und Arbeitsbereich Energie & Umwelt
- Veranstaltung von mehrtägigen Hochschultagen (2011/12) und der Vorlesungsreihe „Vom Wissen zum Wandel“ (2013)

2011

## 8. Klimaschutzvereinbarung mit dem Land Berlin

- Definition von Klimaschutzmaßnahmen 2012-2015
- Ziel: 10 % CO<sub>2</sub>-Einsparung bis 2015 (gegenüber 2011)
- Festlegung von gemeinsamen Bildungs- und Tagungsprojekten

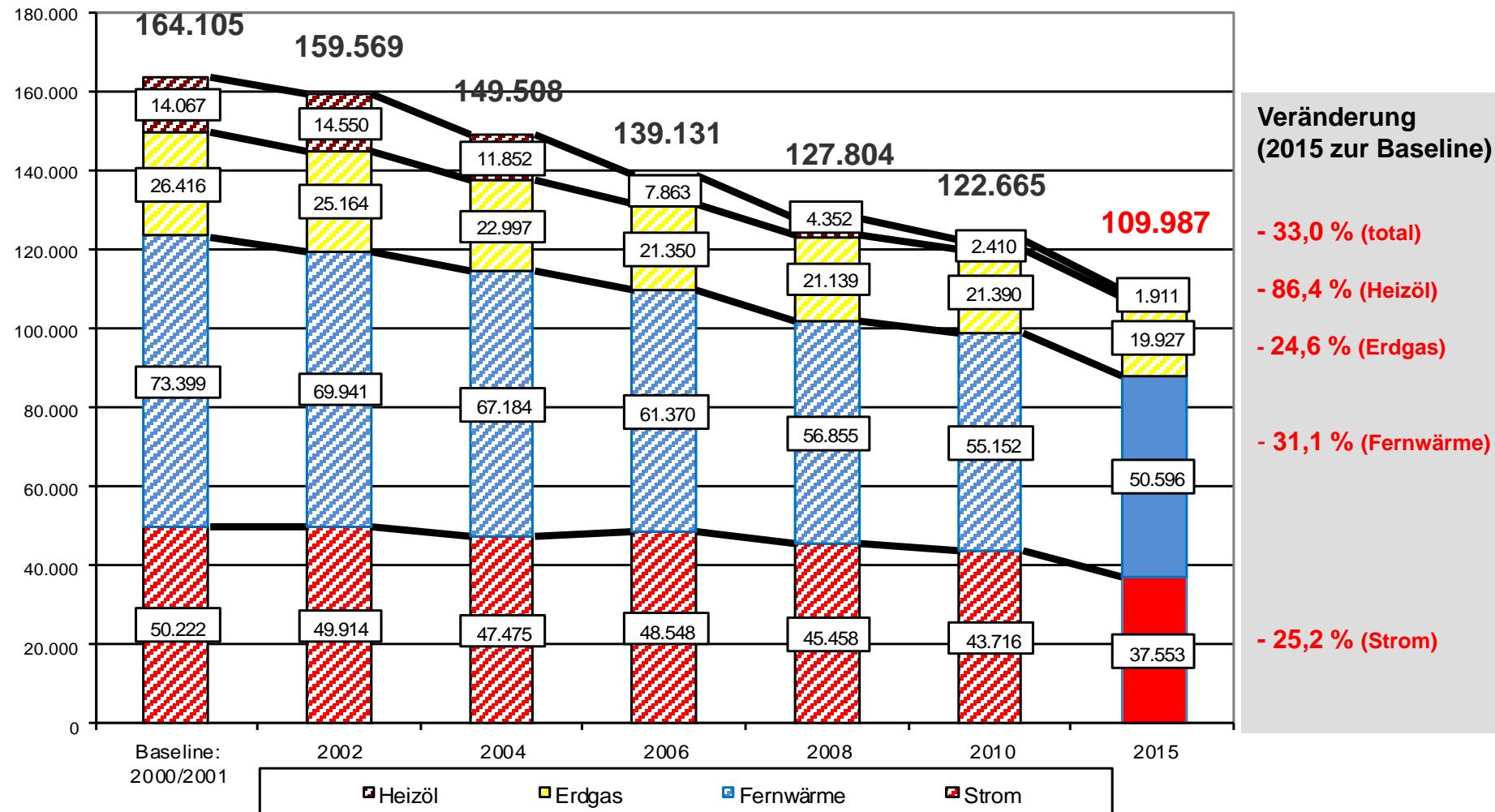
2011



# Klimaschutzvereinbarung 2011-2015

(in MWh, witterungsbereinigte Wärmewerte)

in MWh



# Klimaschutzvereinbarung 2011-2015

## Einsparziele und Maßnahmenprogramm

Maßnahmen	Wärme	Strom	Endenergie gesamt	CO <sub>2</sub> -Minderung	in %
<b>1. Online-Energiemonitoring / Prämiensystem / Energiekommunikation</b>	2.500 MWh	2.000 MWh	4.500 MWh	1.788 t	33 %
<b>2. Green-IT-Maßnahmen</b>		2.500 MWh	2.500 MWh	1.447 t	27 %
<b>3.1 Sanierung Chemiegebäude</b>	2.600 MWh	400 MWh	3.000 MWh	887 t	16 %
<b>3.2 Neubauvorhaben (incl. Flächenverdichtung)</b>	500 MWh	-	500 MWh	126 t	2 %
<b>3.3 Sanierung sonstiger Gebäude</b>	1.000 MWh	500 MWh	1.500 MWh	541 t	10 %
<b>3.4 Botanischer Garten: Sanierung Victoriahäus und Wärmeverteilung, Einsatz BHKW</b>	-82 MWh	763 MWh	681 MWh	505 t	9 %
<b>Summe</b>	<b>6.518 MWh</b>	<b>6.163 MWh</b>	<b>12.681 MWh</b>	<b>5.294 t</b>	<b>98 %</b>

Zuzüglich

<b>CO<sub>2</sub>-Minderung aus PV-Anlagen</b>	-	(200 MWh)	(200 MWh)	116 t	2 %
<b>CO<sub>2</sub>-Minderung gesamt</b>				<b>5.410 t</b>	<b>100 %</b>

CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren:

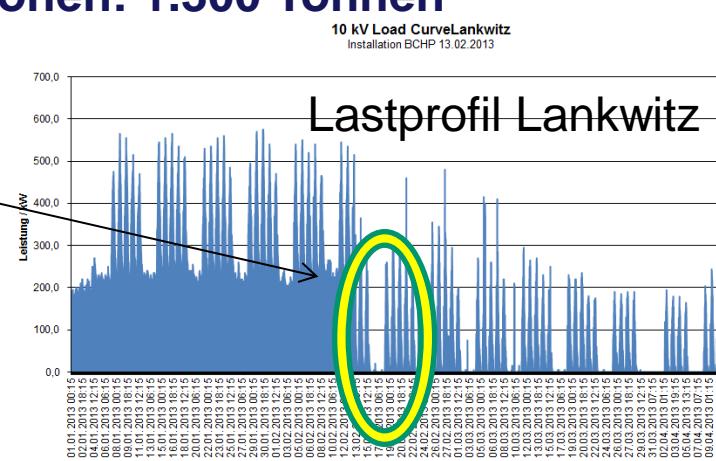
Strom: 578,9 g/kWh, Fernwärme: 252,0 g/kWh, Heizöl: 266 g/kWh, Erdgas: 201 g/kWh

# Instrumente

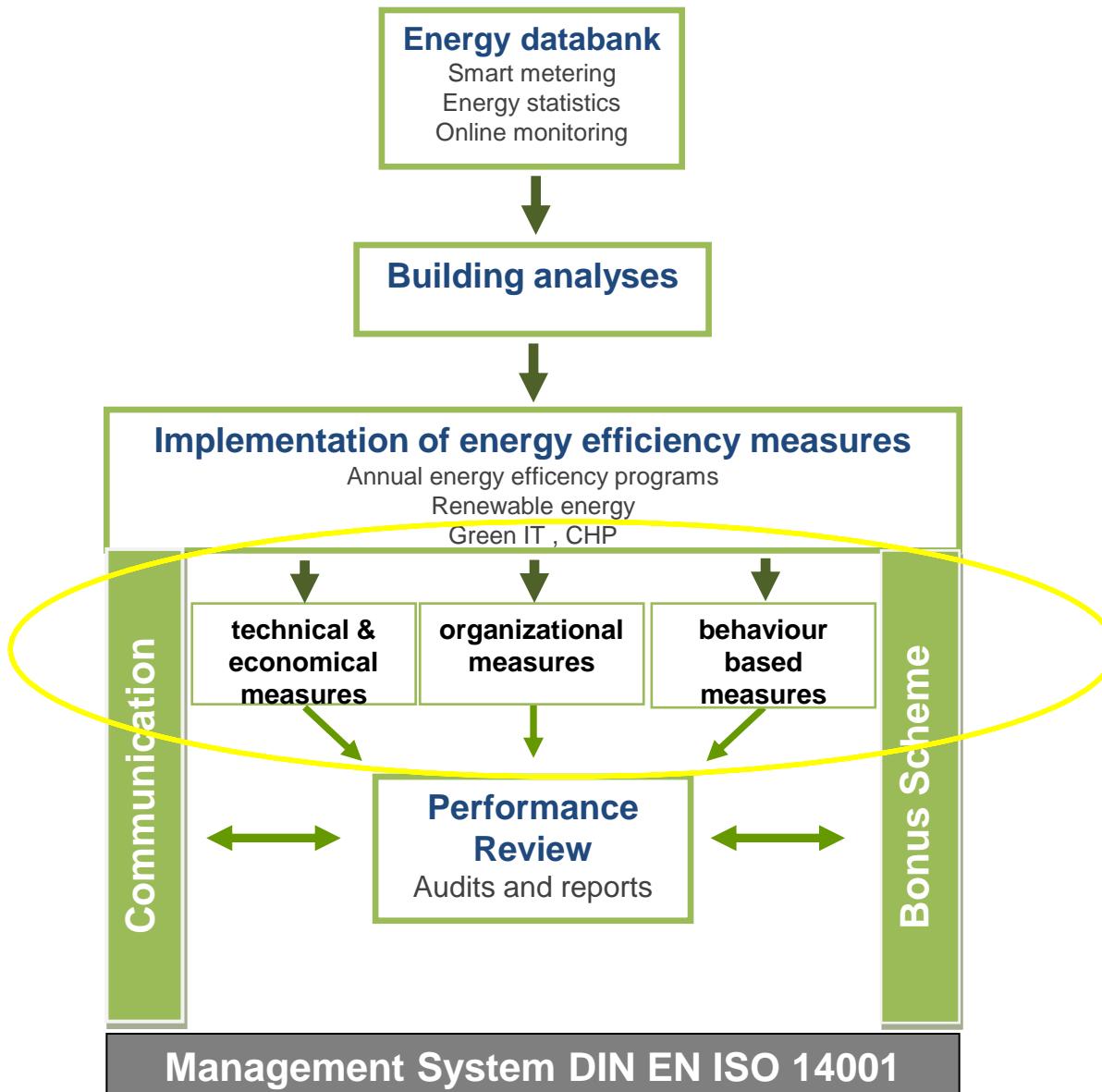
## 9. Blockheizkraftwerke

- Inbetriebnahme von 2 Blockheizkraftwerken mit einer Erzeugungsleistung von  $520 \text{ kW}_{\text{el}}$  und  $800 \text{ kW}_{\text{th}}$
- Investitionen: 1,1 Mio. Euro
- Stromerzeugung von jährlich 3.3 Mio. kWh, davon über 95% für den Eigenverbrauch
- Amortisationszeit: 3,0 bzw. 3,6 Jahre
- Reduzierung CO<sub>2</sub>-Emissionen: 1.300 Tonnen
- weitere BHKW geplant

Inbetriebnahme  
BHKW Lankwitz



# Aufbau des Energiemanagements



Management System DIN EN ISO 14001

# Energiebilanzen

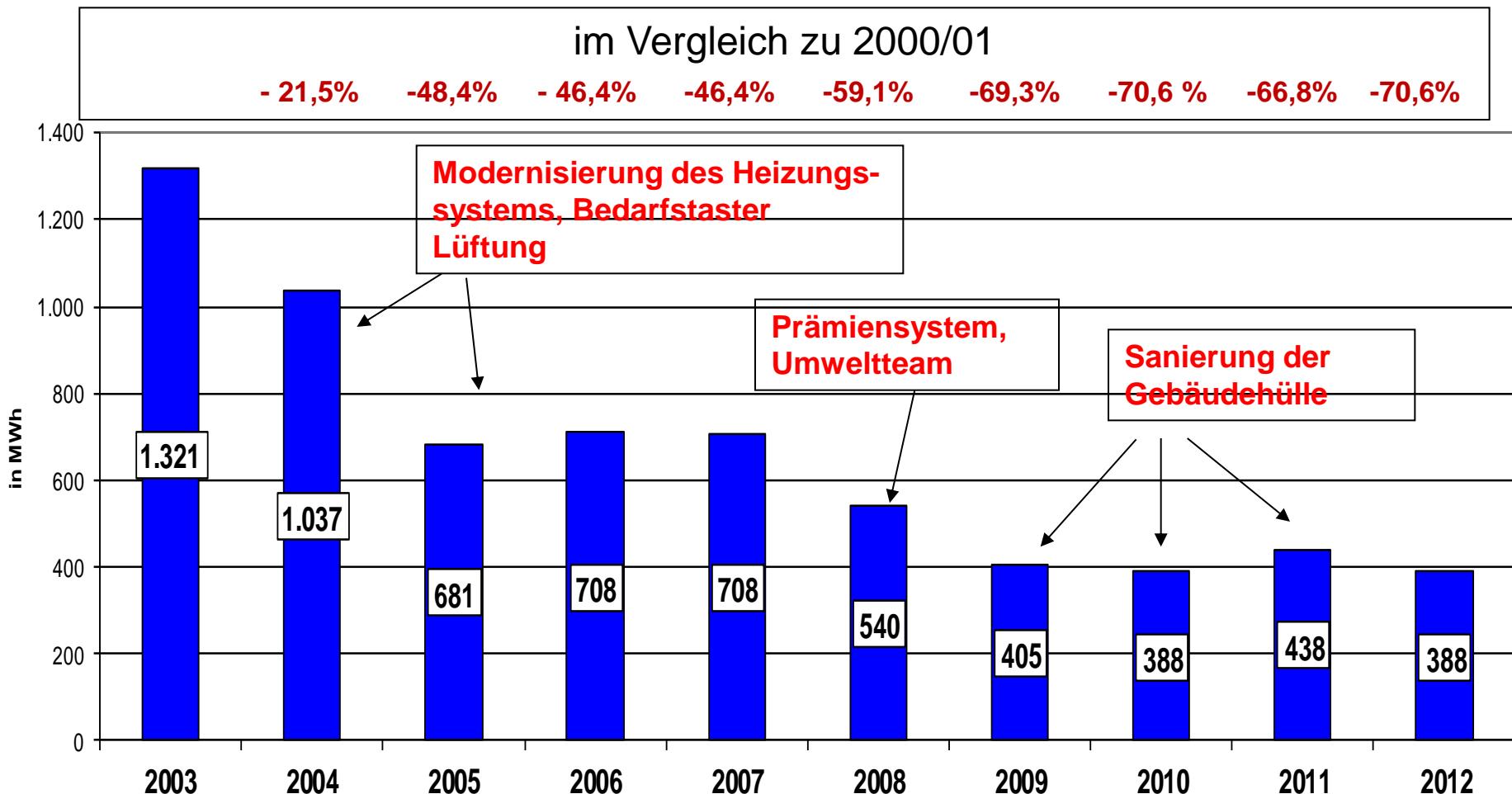
## - Gebäude- und Projektbeispiele



# Wärmeverbrauch Gebäude der Rechtswissenschaften

2003-2012 in MWh

2003: 134 kWh/m<sup>2</sup> - 2012: 39,4 kWh/m<sup>2</sup>)

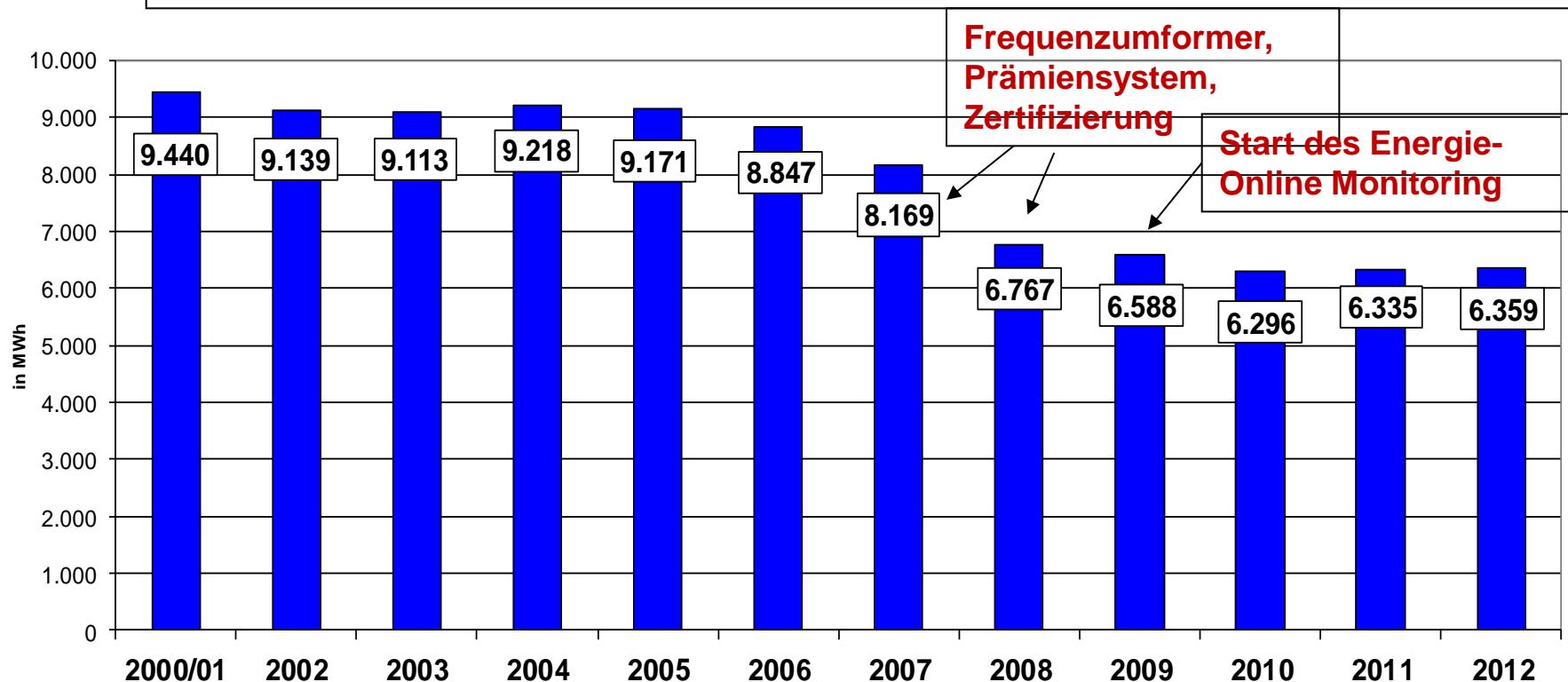


# Wärmeverbrauch Chemiegebäude

## 2000-2012 in MWh

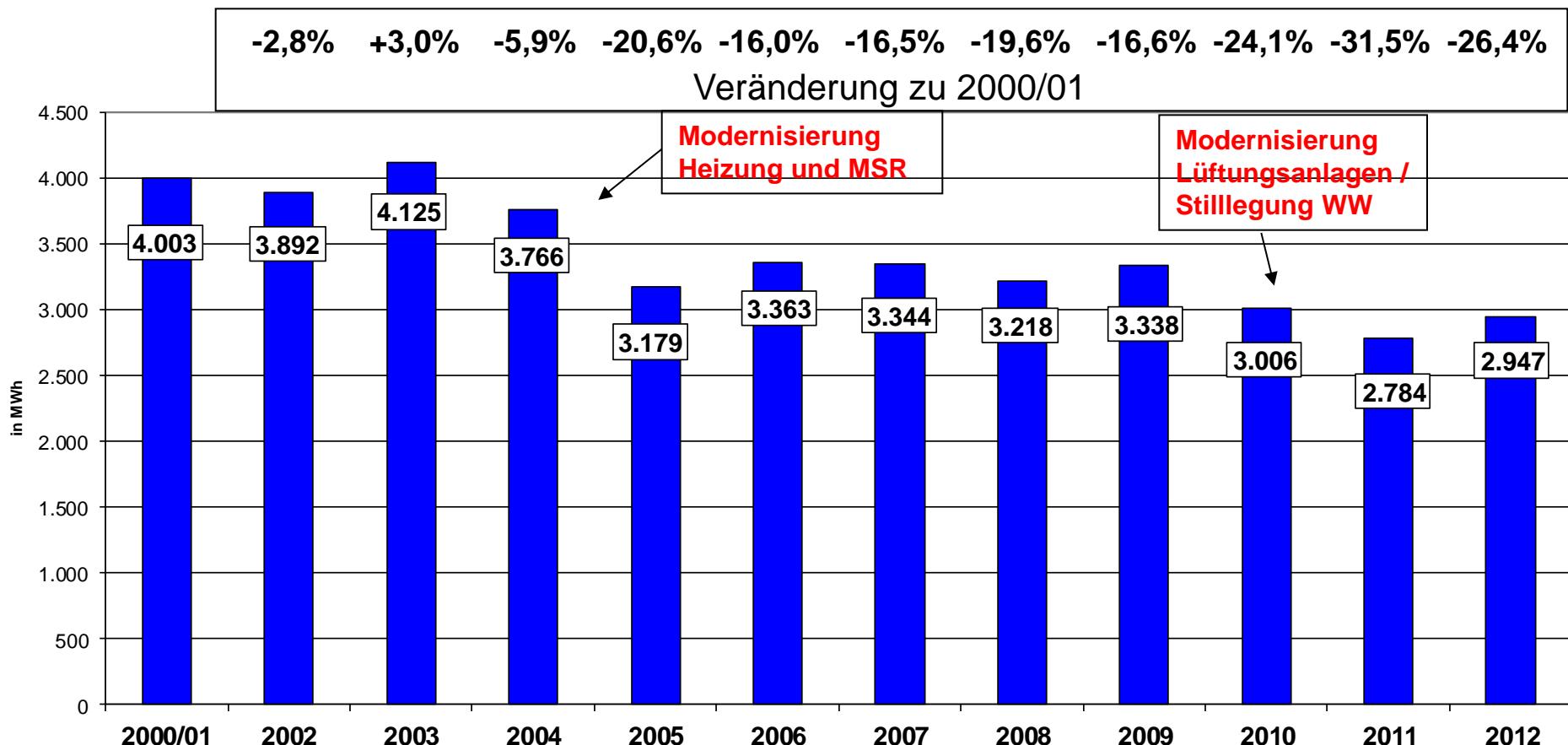
(2000/01: 400 kWh/m<sup>2</sup> – 2012: 270 kWh/m<sup>2</sup>)

- 3,2% -3,5% -2,4% -2,8% -6,3% -13,5% -28,3% -30,2% -33,3% -32,9% -28,5%  
im Vergleich zu 2000/01



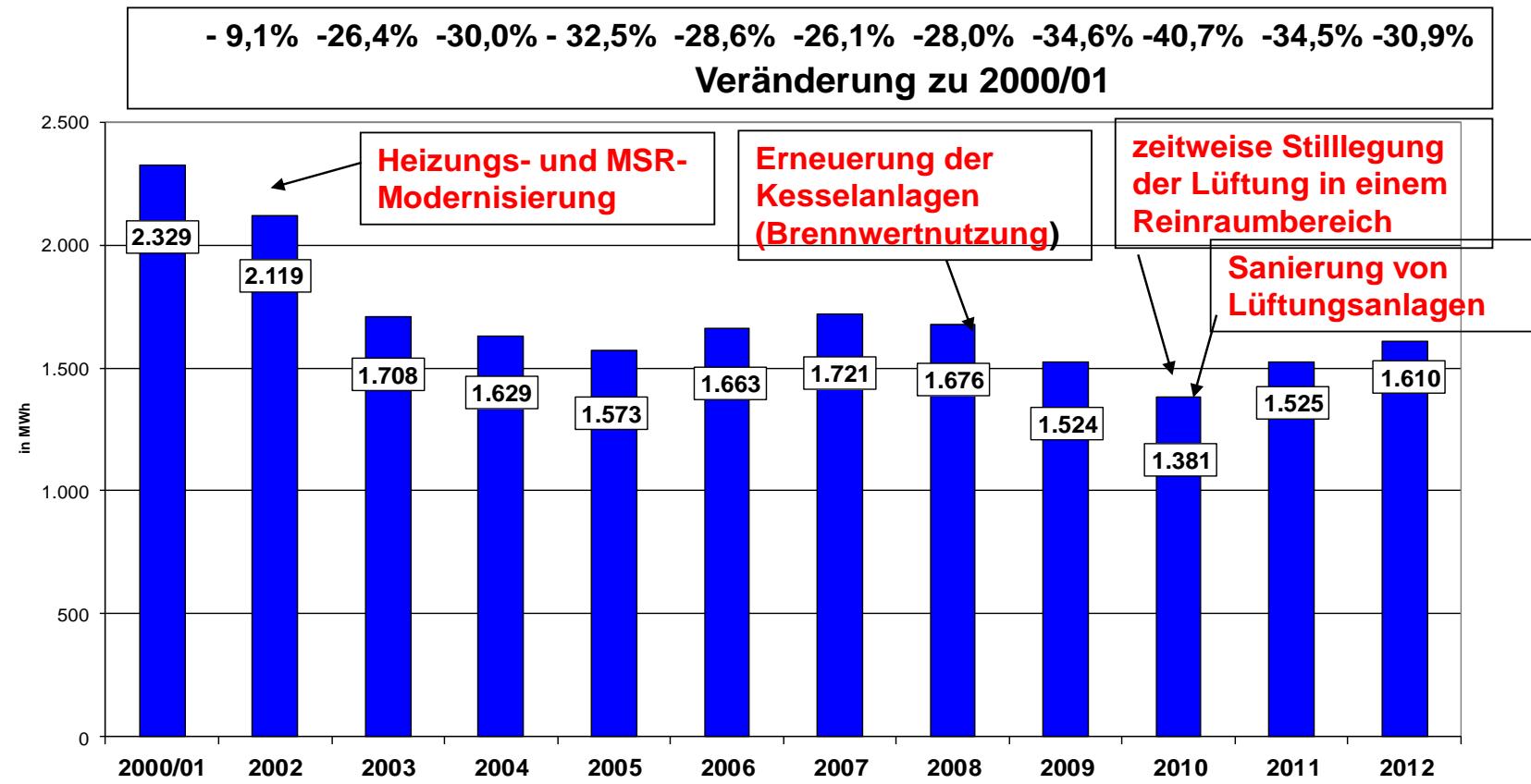
# Wärmeeinsatz Physikgebäude 2000-2012 in MWh

(2000/01: 151 kWh/m<sup>2</sup> – 2012: 111 kWh/m<sup>2</sup>)



# Erdgaseinsatz Biochemiegebäude 2000-2011 in MWh

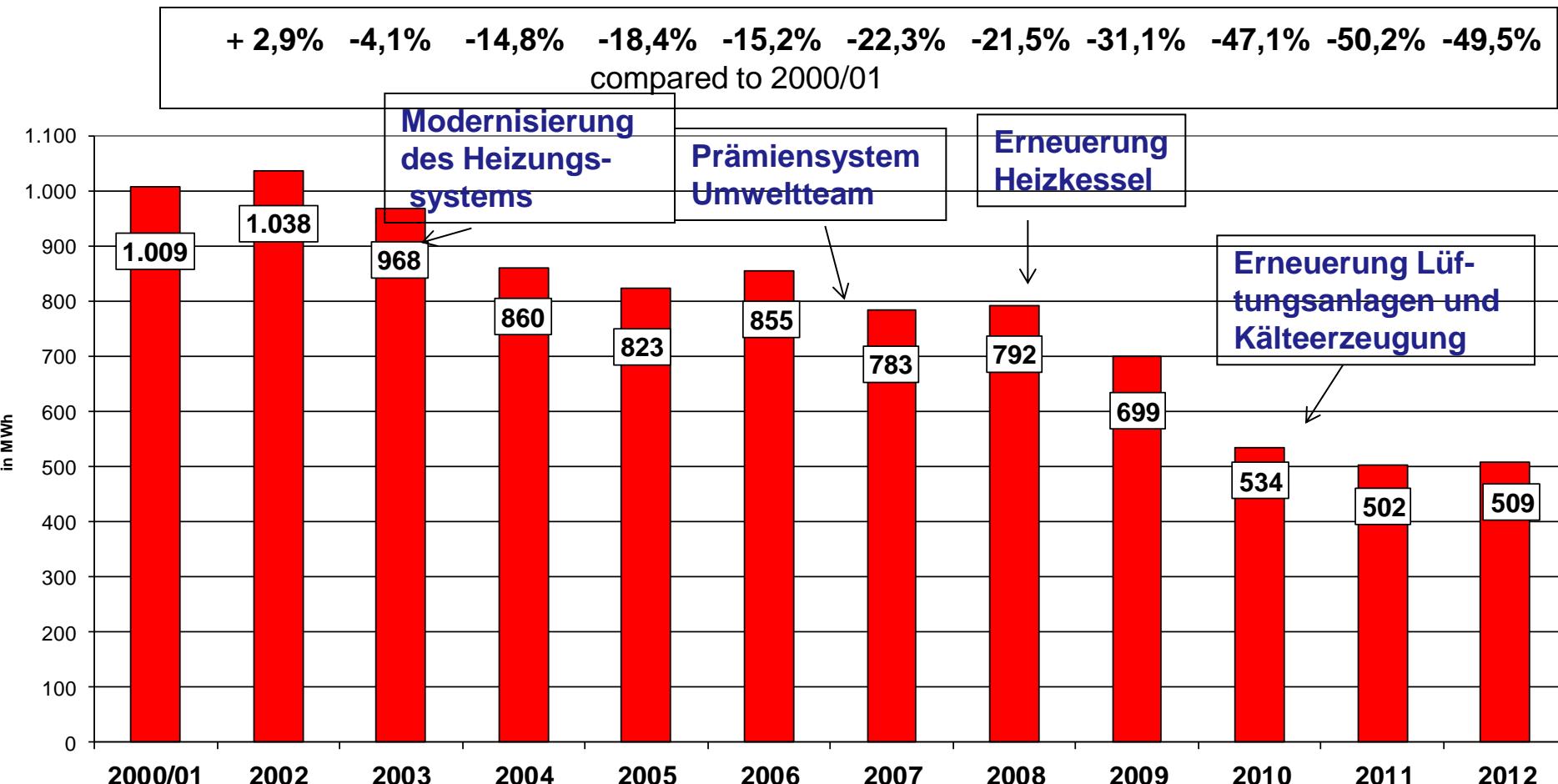
(2000/01: 332 kWh/m<sup>2</sup> – 2011: 218 kWh/m<sup>2</sup>)



# Stromverbrauch Biochemiegebäude

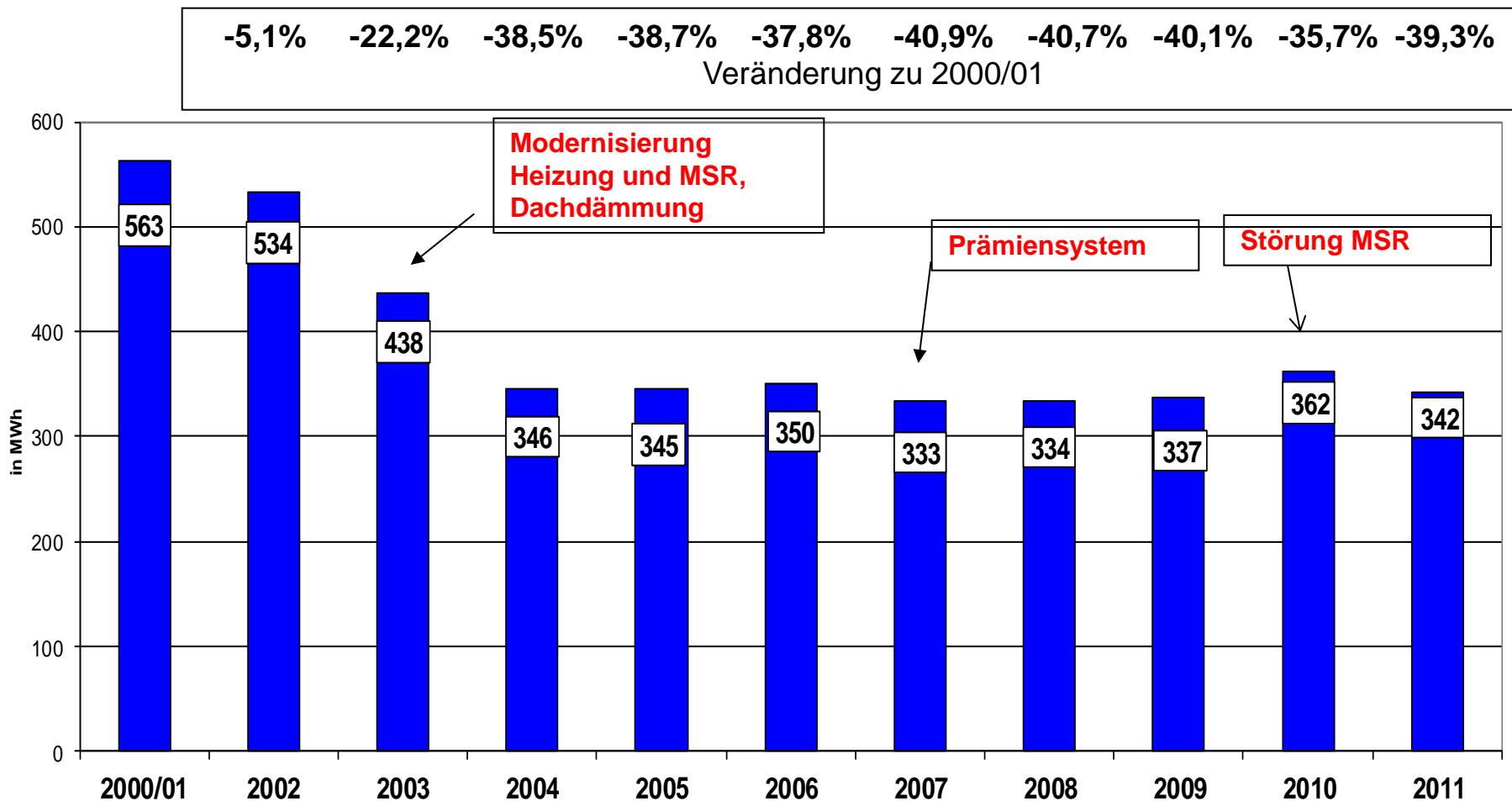
2000-2012 in MWh

(2000/01: 144 kWh/m<sup>2</sup>; 2012: 73 kWh/m<sup>2</sup>)



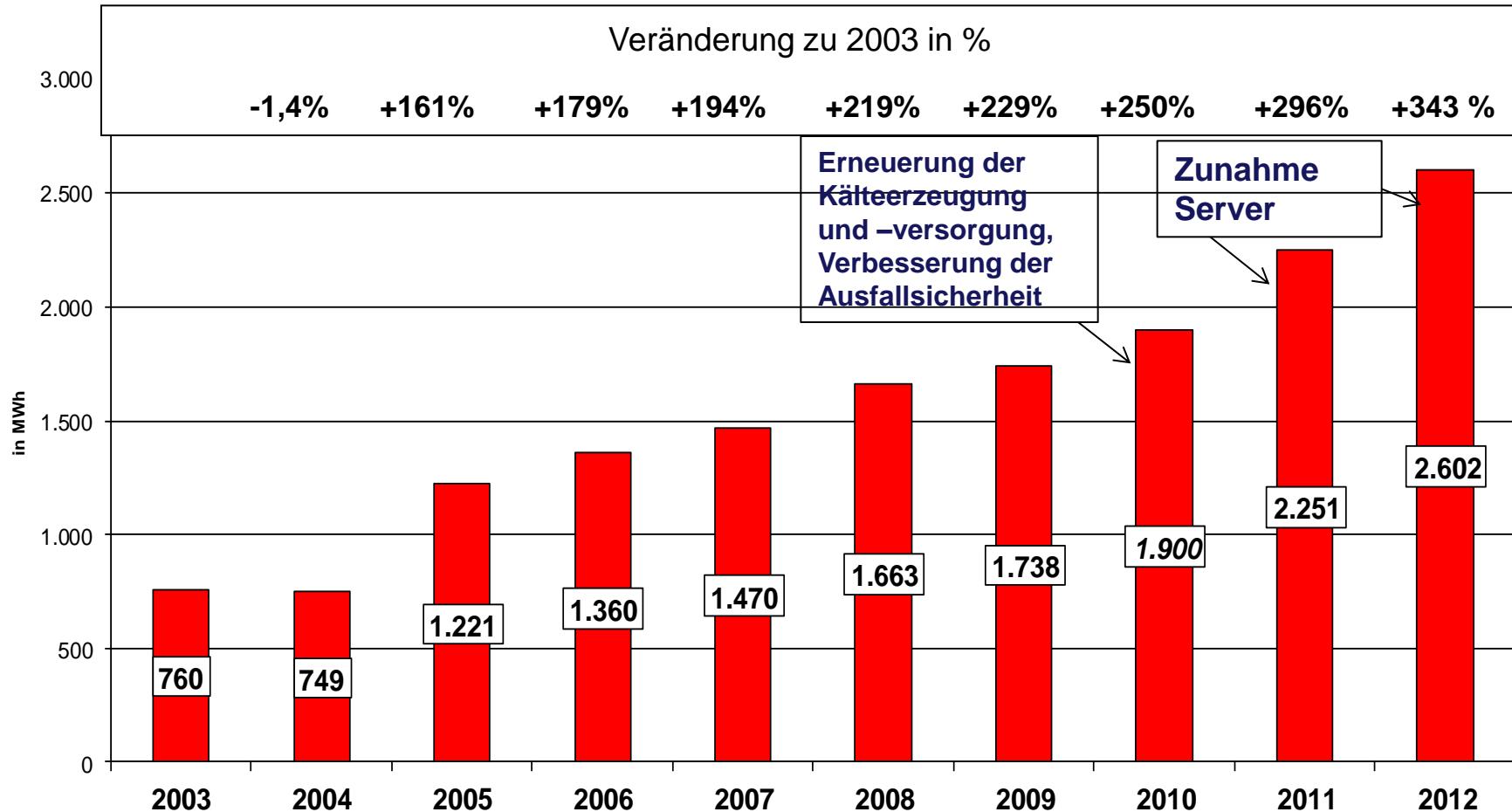
# Wärmeeinsatz Institutsgebäude Politikwissenschaften, 2000-2011 in MWh

(2000/01: 166 kWh/m<sup>2</sup> – 2011: 101 kWh/m<sup>2</sup>)



# Stromverbrauch Rechenzentrum 2003-2012 in MWh

(2003: 316 kWh/m<sup>2</sup> – 2012: 1.082 kWh/m<sup>2</sup>)



# Strukturelle Erfolgsfaktoren

- **Technik, Organisation und Kommunikation im Zusammenhang betrachten**
- **Unterstützung durch die Universitätsleitung, besonders wichtig in der Startphase**
- **Nähe zu dem betrieblichen Bau-, Facility- und IT-Management**
- **Breite organisatorische Einbettung in die Universitätsorganisation (Energie- und Umweltteams, AG EnUm)**
- **Kombination unterschiedlicher Anreiz- und Steuerungsinstrumente**
- **direkter Zugang zur Universitätsleitung**
- **Qualität des Energiecontrollings bzw. -monitorings**
- **Kooperation mit externen, auf Energieeffizienz spezialisierten Beratern**

# Vielen Dank!



Kontakt:  
**Andreas Wanke**  
Koordinator für Energie- und Umweltmanagement  
Freie Universität Berlin  
Arbeitsbereich Energie & Umwelt  
[Andreas.Wanke@fu-berlin.de](mailto:Andreas.Wanke@fu-berlin.de)  
[www.fu-berlin.de/energieundumwelt](http://www.fu-berlin.de/energieundumwelt)