

# Muster – Verwaltungsgebäude



# 5 Bilanz IST-Zustand

## Muster-Verwaltungsgebäude

Elektrizitätsbedarf in kWh/a							Formular 1	
Verwendungszweck		Betriebseinrichtungen		Haustechnik			Elektro Wärme	Total
Zone	A <sub>EB</sub> [m <sup>2</sup> ]	Arbeits-hilfen	Zentrale Dienste	Beleuch-tung	Lüftung/ Klima	Diverse Technik		
Büro	2.652		10,5		28,0			
Restaurant	217		24,0	3,7				
Computer	164		99,9	1,3	58,7		159,9	
Händlerplätze	332	4,1		15,9	3,5		23,5	
Ausstellung	310	27,2		10,1	0,7		38,0	
Verkehr	1.313	11,0		18,3	1,9		31,2	
Technik/Lager	638	0,6		7,5	0,0		8,1	
Garage	2.108			5,5	26,6		32,1	
0	0						0,0	
0	0						0,0	
0	0						0,0	
ganzes Gebäude	0					44,6	11,6	
<b>Total</b>	<b>7.734</b>		<b>134,4</b>			<b>44,6</b>	<b>11,6</b>	

Spezifischer Elektrizitätsbedarf in kWh/m <sup>2</sup> a							Formular 2	
Verwendungszweck		Betriebseinrichtungen		Haustechnik			Elektro Wärme	Total
Zone	A <sub>EB</sub> [m <sup>2</sup> ]	Arbeits-hilfen	Zentrale Dienste	Beleuch-tung	Lüftung/ Klima	Diverse Technik		
Büro	2.652		4,0		10,6			
Restaurant	217		110,6	17,0				
Computer	164		608,9	7,7	358,1			
Händlerplätze	332	12,5		47,8	10,5			
Ausstellung	310	87,8		32,4	2,3			
Verkehr	1.313	8,3		13,9	1,4			
Technik/Lager	638	0,9		11,8				
Garage	2.108			2,6	12,6			
ganzes Gebäude								

Energiekennzahlen in kWh/m <sup>2</sup> a							Formular 3	
Verwendungszweck		Betriebseinrichtungen		Haustechnik			Elektro Wärme	Total
Zone	A <sub>EB</sub> [m <sup>2</sup> ]	Arbeits-hilfen	Zentrale Dienste	Beleuch-tung	Lüftung/ Klima	Diverse Technik		
Teilenergiekennzahlen	7.734		17,4			5,8	1,5	
Summe der Teilenergiekennzahlen Beleuchtung und Lüftung/Klima								

# Stromsparcheck für Gebäude – Ein Arbeitsinstrument für Planer und Investoren



IMPULS-Programm Hessen  
Seminar im Programmbereich  
„Rationelle Stromnutzung“

Referent: Michael Hörner  
Amstein + Walthert  
Beratende Ingenieure GmbH

# Stromsparcheck für Gebäude – Ein Arbeitsinstrument für Planer und Investoren



IMPULS-Programm Hessen  
Seminar im Programmbereich  
„Rationelle Stromnutzung“

- 9:00 Begrüßung  
Vorstellung  
Stromsparcheck: Was ist das?
- 10:15 Kaffeepause
- 10:30 Gebäudeanalyse Teil I
- Verwendungszwecke
  - Nutzungszonen
  - Auswertung der Stromrechnung
  - Teilenergiekennwerte
  - Lastgangmessungen
- 12:00 Mittagspause
- 13:00 Gebäudeanalyse Teil II
- Elektrizitätsbedarf
  - Beispiel Beleuchtung
  - Beispiel Luftförderung
  - Vergleichskennwerte
  - Nutzungsanforderungen
- 15:00 Kaffeepause
- 15:15
- Vorführung Arbeitshilfe zum Stromsparcheck
  - Tarifoptimierung
  - Wirtschaftlichkeitsrechnung
  - Fördermöglichkeiten
  - Schlußbemerkung
- 16:30 Ende

Begrüßung

Vorstellung

Stromsparcheck: Was ist das?

Kaffeepause

Gebäudeanalyse Teil I

- Verwendungszwecke
- Nutzungszonen
- Auswertung der Stromrechnung
- Teilenergiekennwerte
- Lastgangmessungen

Mittagspause

Gebäudeanalyse Teil II

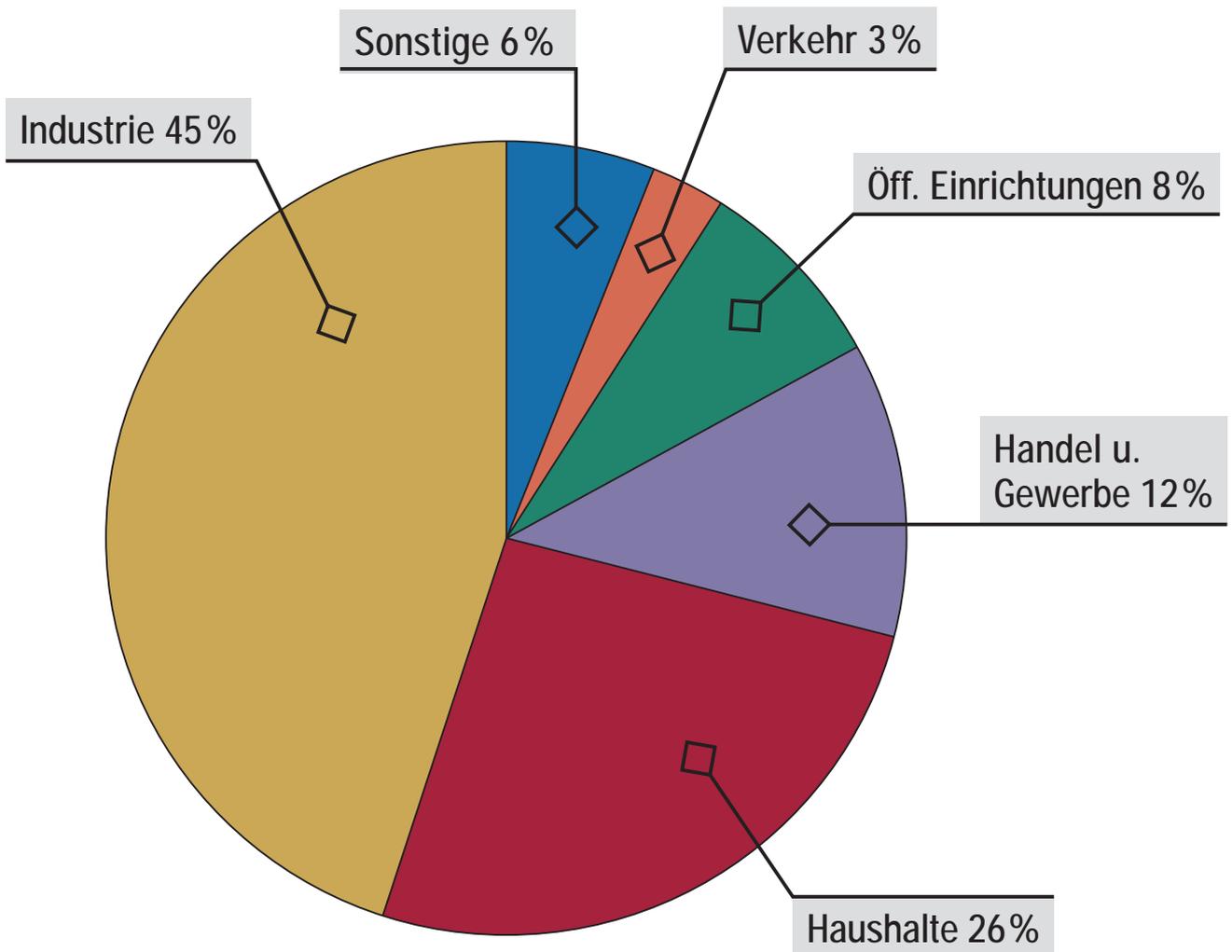
- Elektrizitätsbedarf
- Beispiel Beleuchtung
- Beispiel Luftförderung
- Vergleichskennwerte
- Nutzungsanforderungen

Kaffeepause

- Vorführung Arbeitshilfe zum Stromsparcheck
- Tarifoptimierung
- Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Fördermöglichkeiten
- Schlußbemerkung

Ende

500 Mrd. kWh Strom werden pro Jahr in Deutschland verbraucht; ca. 20% davon in den Sektoren öffentlicher Einrichtungen, Handel und Gewerbe

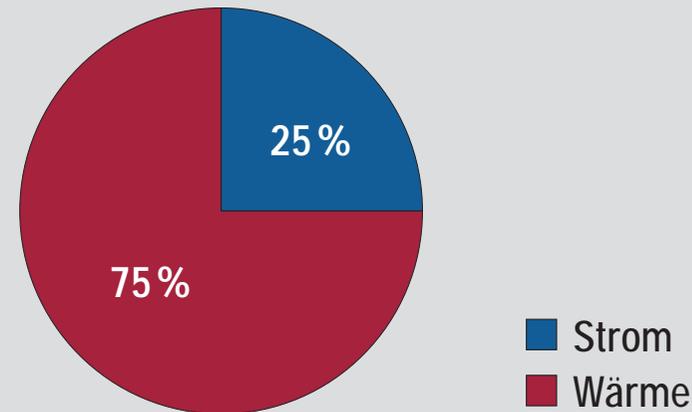


- Das entspricht einem Wert von 110 Mrd. DM jährlich.
- 330 Mio. t CO<sub>2</sub> werden dabei freigesetzt.

# Stromverbrauch und Stromkosten im Dienstleistungsbereich

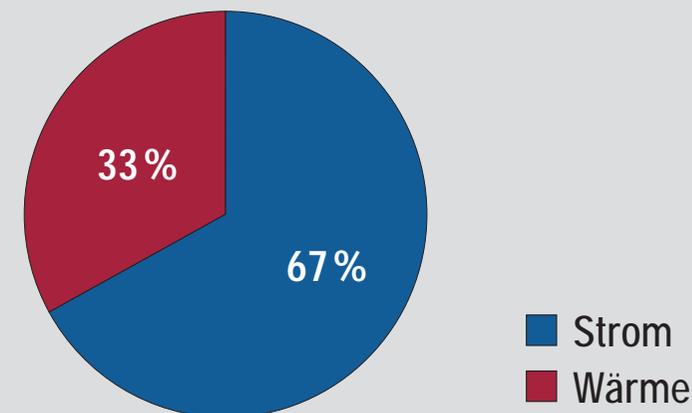
## Endenergieverbrauch

- Der Stromverbrauch macht etwa ein Viertel der Endenergie im Dienstleistungsbereich aus.



## Endenergiekosten

- Aber etwa zwei Drittel der Endenergiekosten werden durch den Stromverbrauch verursacht.

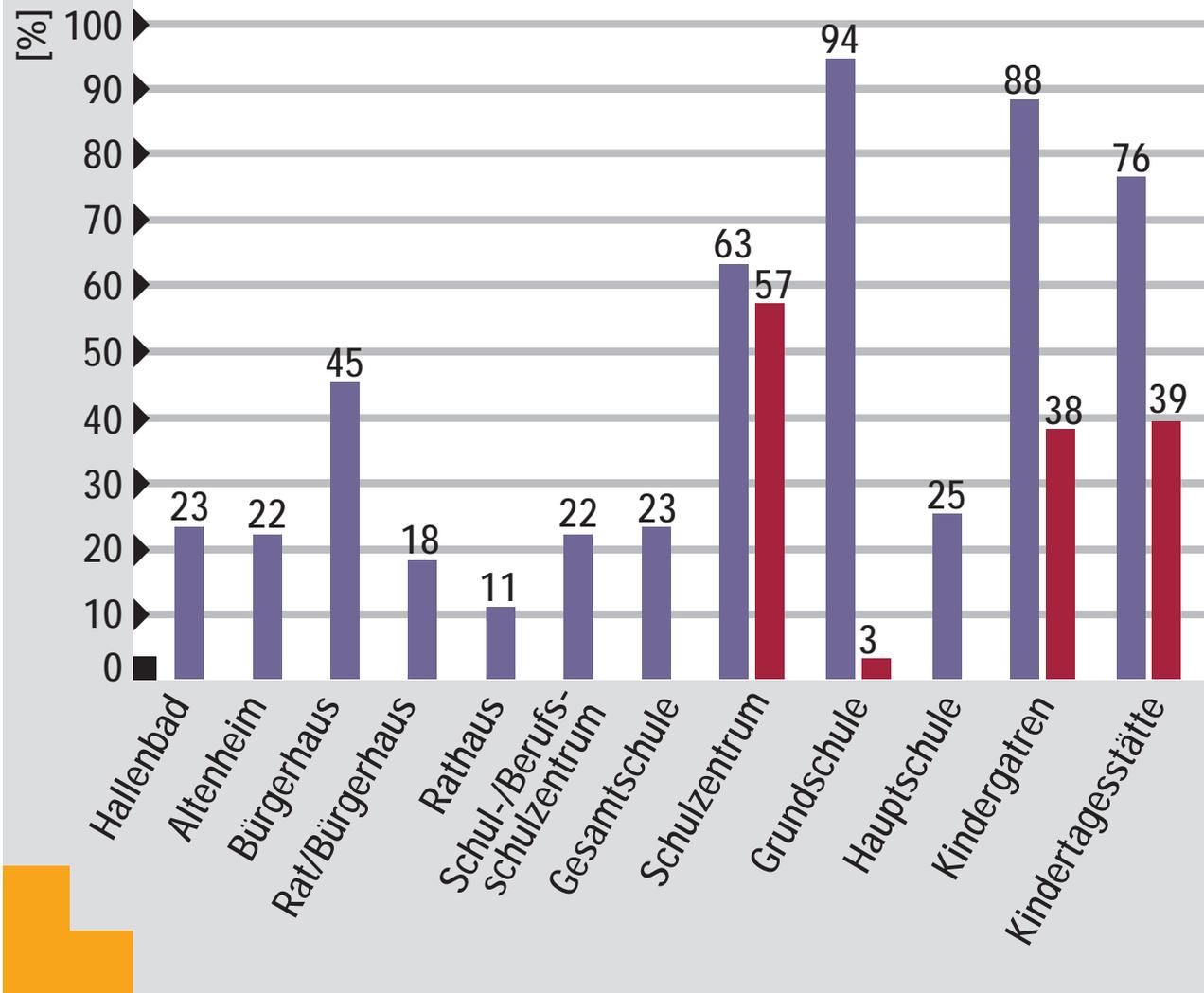


# Potentiale zur Stromeinsparung

## Ergebnisse kommunaler Modellprojekte zur Stromeinsparung

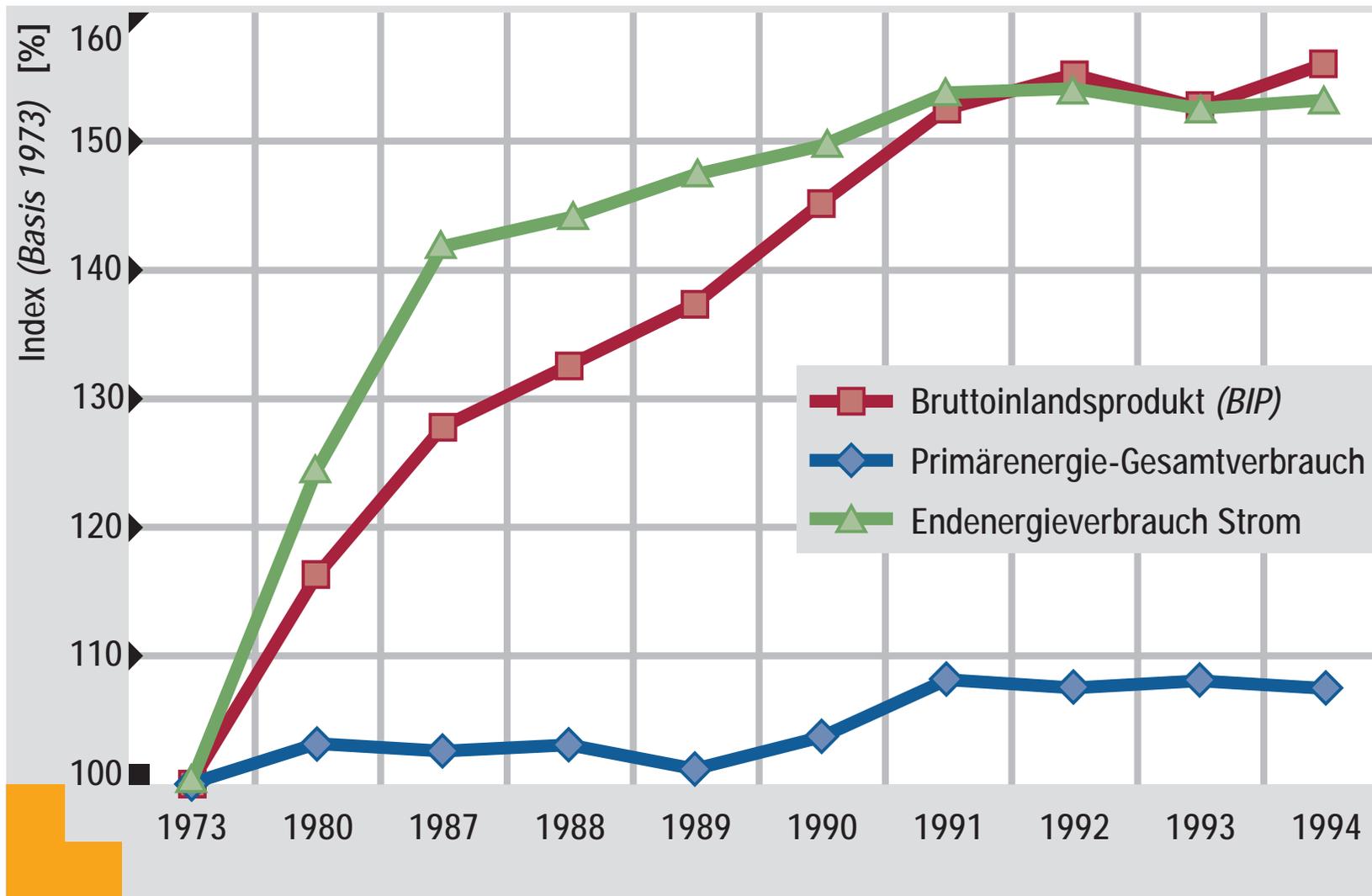
- Einsparpotentiale zwischen 30% und 50% schaffen einen Markt für Stromeinsparung von etwa 10 Mrd. DM pro Jahr
- Etwa 25 Mio.t CO<sub>2</sub> könnten pro Jahr eingespart werden

- Stromeinsparung gesamt
- Stromeinsparung ohne Substitution



- Strom wird sehr vielfältig genutzt.
- Strom scheint unverzichtbar für das moderne Leben.
- Der Stromverbrauch läßt sich nicht wie der Heizwärmeverbrauch durch einen einzigen Verbrauchskennwert aussagekräftig erfassen.
- Die Bilanzgrenze für die Erfassung des Stromverbrauchs ist schwierig zu ziehen.
- Der Stromverbrauch scheint naturgesetzlich mit dem Bruttoinlandsprodukt zu wachsen. Seine Notwendigkeit wird nicht in Frage gestellt.

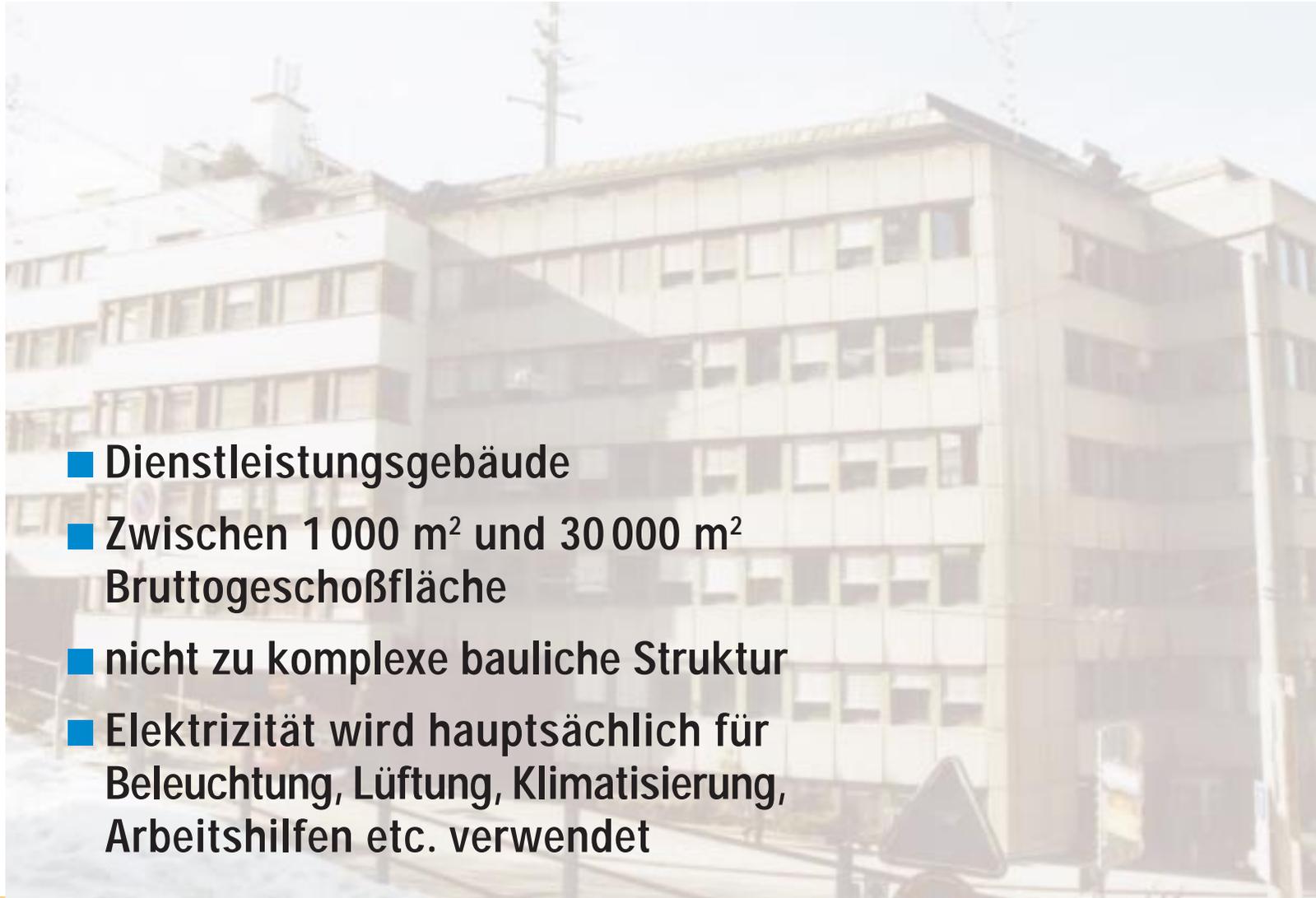
# Energierahmendaten Bundesrepublik Deutschland (Alte Länder)



- Analyse des Stromverbrauchs
- möglichst standardisierte Vorgehensweise
- minimaler Aufwand
- Entscheidungsgrundlage für weiteres Vorgehen



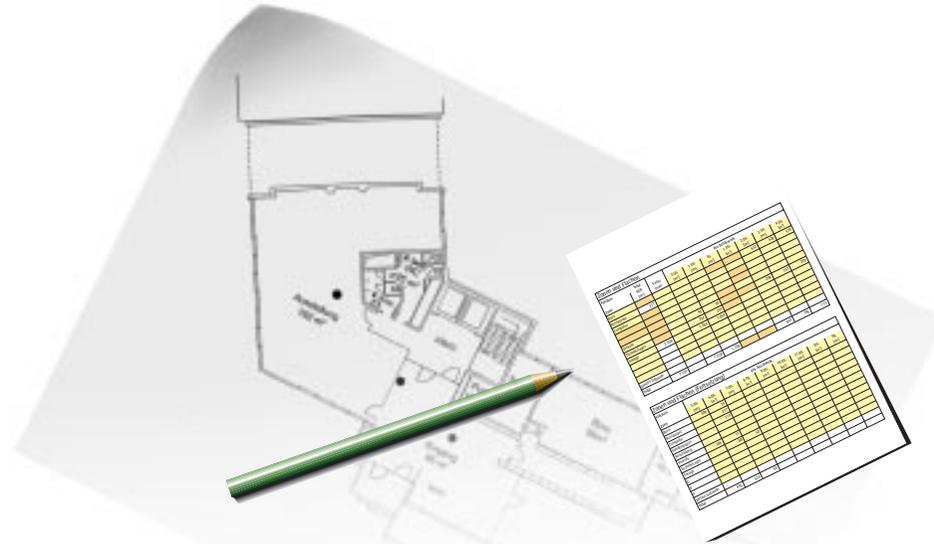
- ✓ Rationeller Einsatz von Elektrizität im Dienstleistungssektor



- Dienstleistungsgebäude
- Zwischen 1 000 m<sup>2</sup> und 30 000 m<sup>2</sup> Bruttogeschosßfläche
- nicht zu komplexe bauliche Struktur
- Elektrizität wird hauptsächlich für Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung, Arbeitshilfen etc. verwendet

# Für wen ist ein Stromsparcheck interessant?

- Planende Ingenieure
- Energiebeauftragte
- Mitarbeiter von Bau-, Umwelt- und Liegenschaftsämtern
- Architekten
- Investoren
- Gebäudebetreiber



- Als planungsbegleitendes Energiekontrolling beim Neubau von Gebäuden



- Zur Betriebsoptimierung bei der Sanierung von Gebäuden

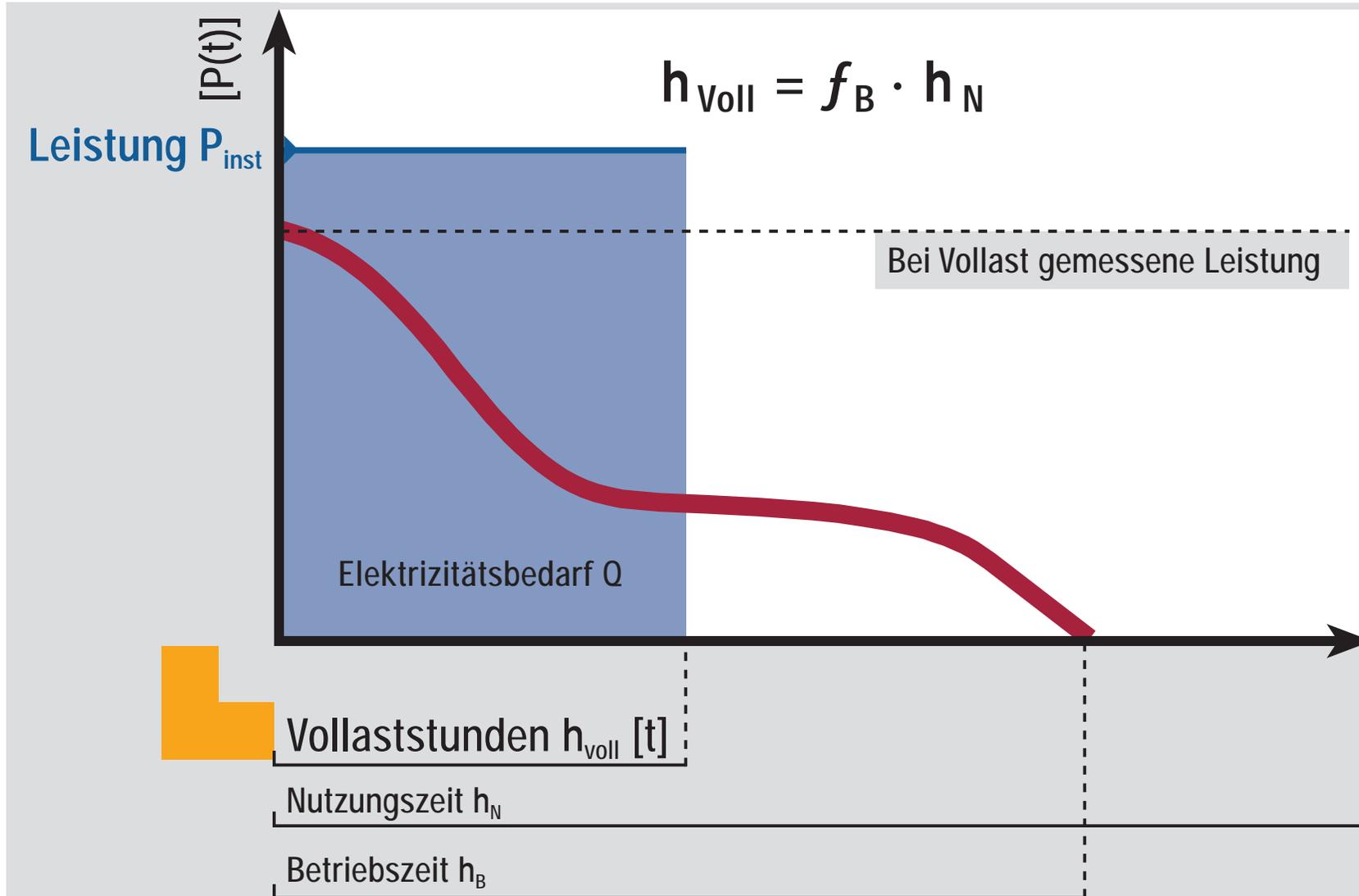
- Aufwand ca. 3 Tagwerke
- durch Fachingenieur oder Energieberater



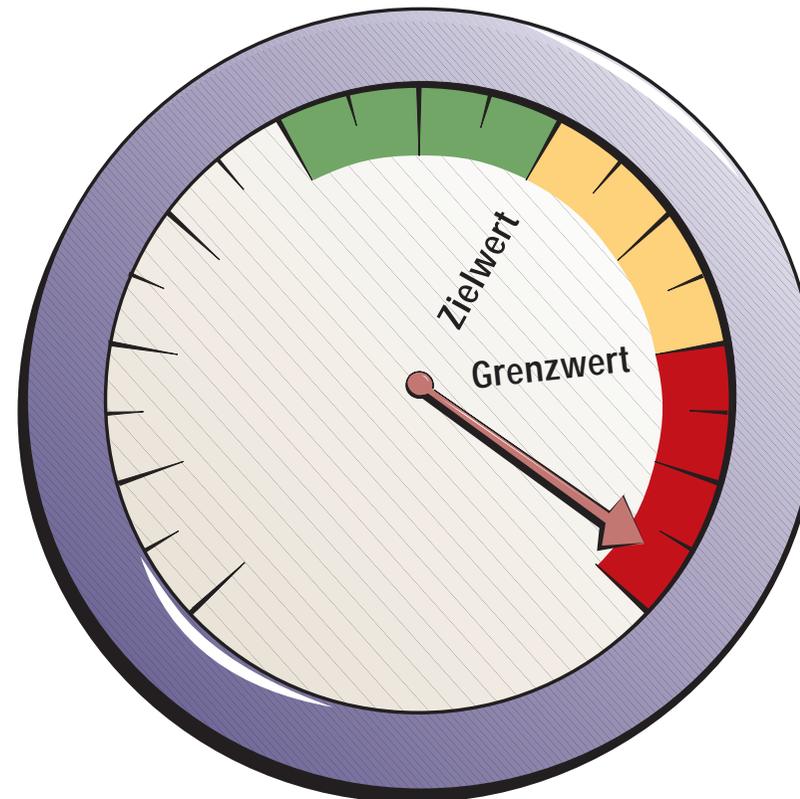
$$E = p \cdot h_{\text{Voll}} \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

- Spezifische Leistung  $p$  [ $\text{W/m}^2_{\text{NGF}}$ ]
- installierte Leistung
- Vollbetriebszeit  $h_{\text{Voll}}$  [h/a] enthält Überdimensionierung etc.
- aus Standardnutzungszeit und Betriebsfaktoren
- schwierig bei EDV-Geräten, Ventilator- und Pumpenantrieben

# Vollbetriebszeit



- Grenzwert- und Zielwerte für den Elektrizitätsverbrauch bei Beleuchtung und Lüftung/ Klimatisierung
- Richtwerte für spezifische Leistungen und Vollbetriebszeit
- Richtwerte für Beleuchtungsstärken, spez. Luftvolumenströme, interne Lasten



# Übung 8: Grenzwert-Anpassung

Grenz- und Zielwerte für den spezifischen Elektrizitätsbedarf Beleuchtung				
Zone Nutzungsstunden	Nutzungsbedingungen	Beispiele	E <sub>B</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	
			Grenzwert	Zielwert
Büro 2 750 h/a	300 lx, überwiegend mit Tageslicht	Einzelbüro	9	3
	500 lx, zum Teil mit Tageslicht	Büroräume mit erhöhten Beleuchtungsanforderungen	20	10
	300 lx, ohne Tageslicht	EDV-, Besprechungsräume	25	15
Verkauf 3 600 h/a	300 lx, ohne Tageslicht	Quartierladen, einfacher Laden	30	20
	400 lx, Deko: 3 W/m <sup>2</sup> , ohne Tageslicht	Food- oder Nonfood-Geschäfte	50	35
	300 lx, Deko: 6 W/m <sup>2</sup> , ohne Tageslicht	Mode- oder Warenhaus	50	35
Schulraum 2 000 h/a	300 lx, überwiegend mit Tageslicht	Volks-, Gewerbe- oder Mittelschule	7	3
	500 lx, zum Teil mit Tageslicht	Übungsräume Chemie oder Physik	15	7
	500 lx, ohne Tageslicht	Hörsaal, Konferenzsaal	25	20
Bettzimmer 8 760 h/a	200 lx, überwiegend mit Tageslicht	Spital- oder Krankenzimmer	10	5
Hotelzimmer 2 000 h/a	200 lx, überwiegend mit Tageslicht	Hotelzimmer	3	2
Restaurant 3 600 h/a	200 lx, überwiegend mit Tageslicht	Kantine, Cafeteria	15	8
	200 lx, Deko: 3 W/m <sup>2</sup> , ohne Tageslicht	Quartierrestaurant, Café	25	20
	300 lx, Deko: 6 W/m <sup>2</sup> , ohne Tageslicht	Restaurant mit gehobenem Standard	50	40
Verkehrsflächen 2 750 h/a *	50 lx, überwiegend mit Tageslicht	Korridor, Treppenhaus,	3	1
	50 lx, ohne Tageslicht	Garderobe, Sanitärräume	8	5
Lager 2 750 h/a *	100 lx, ohne Tageslicht, wenig genutzt	Archiv, Technik, Keller, Estrich	2	1
	200 lx, ohne Tageslicht, häufig genutzt	Lager in Verkaufsläden	6	4
	300 lx, ohne Tageslicht, dauernd genutzt	Verpackung, Spedition	25	15
Werkstatt 2 750 h/a	300 lx, überwiegend mit Tageslicht	Werkstatt	9	3
	300 lx, zum Teil mit Tageslicht	Werkstatt	15	7
Autoeinstellhalle 2 750 h/a * 6 500 h/a	50 lx, ohne Tageslicht	Parkgeschoße in Büro- oder Gewerbebauten	8	5
	50 lx, ohne Tageslicht	öffentliche Parkhäuser	20	10

„Überwiegend mit Tageslicht“ bedeutet: Raumtiefe < 5 m und Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche: 30-50%.

„Zum Teil mit Tageslicht“ bedeutet: Raumtiefe 5 bis 10 m und Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche: 10-30%.

\* Nutzungsstunden der zugehörigen Hauptnutzung (z.B. Büro)

Anforderungen an den spezifischen Elektrizitätsbedarf Beleuchtung [E<sub>B</sub>] bei den angegebenen Nutzungsbedingungen (*verlangte Nennbeleuchtungsstärke in lx, Leistung von allfälligen Dekorationsbeleuchtungen – Deko – in W/m<sup>2</sup>, Tageslichtverhältnisse*), bezogen auf die Geschoßfläche der betreffenden Zone.

# So funktioniert der Stromsparcheck



**Gebäude**

Zonen gleichartiger elektrischer Nutzung bilden



**Elektrische Verbraucher**

Elektrische Anlagen und Geräte nach Verwendungszwecken und Zonen ordnen

Nutzungs- und Komfortbedingungen festlegen

## Standardnutzung

Standardnutzungszeit: Bürobauteil = 2750 Stunden/Jahr

Beleuchtung	Lüftung/Klima	Standardnutzung Diverse Technik
Raumtiefe	Technisierungsgrad	Aufzüge
Beleuchtungsstärke	Interne Lasten	Aufzüge
Sportbeleuchtung	Anwesenheit	Hilfsenergie Wärme

Anforderungen als Ziel- und Grenzwerte definieren

## Elektrizitätsbilanz in MWh/m<sup>2</sup>a, Bürogebäude (Formular 1)

Verwendungszweck	Betriebseinricht.		Haustechnik			Total	
	GF [m <sup>2</sup> ]	EBF [m <sup>2</sup> ]	Arbeits-hilfen	Zentrale Dienste	Beleuchtung		Lüftung/Klima
Großraumbüro	1150	1150	15,2		18,5	11,3	45,0
Zellenbüro	1340	1340	14,0		15	12,6	41,6
EDV-Raum	180	180		83,2	4,5	47,7	135,4
Verkehrsfläche	1245	1245	0,5		18,2		18,7
Lager/Technik	885	85	0,3		4,6	6,4	11,3
ganzes Gebäude							28,0
EBF-bezogen	4800	4000	30,0	83,2	60,8	78,0	28,0

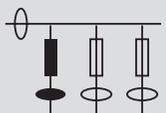
Zonen-spezifische Energie-kennzahlen bilden

## Spez. Elektrizitätsbedarf in kWh/m<sup>2</sup>a, Bürogebäude (Formular 2)

Verwendungszweck	Betriebseinricht.		Haustechnik				
	GF [m <sup>2</sup> ]	EBF [m <sup>2</sup> ]	Arbeits-hilfen	Zentrale Dienste	Beleuchtung	Lüftung/Klima	Diverse Technik
Großraumbüro	1150		13		16	10	
Zellenbüro	1340		11		11	9	
EDV-Raum	180			462	25	265	
Verkehrsfläche	1245		1		15		
Lager/Technik	885		1		5	7	
EBF-bezogen		4000					7

Objektwerte mit den Anforderungen vergleichen

## Messungen



Kennwert oder Berechnung oder Simulation

## Stromrechnung



Optimieren

## Anforderung kWh/m<sup>2</sup>a

Ganzes Gebäude	Lager	Verkehrsfläche	Büro	Anforderung kWh/m <sup>2</sup> a			
				Beleuchtung		Lüftung/Klima	
				Grenzwert	Zielwert	Grenzwert	Zielwert
				9	3	10	5
				20	10	25	10
				25	15	40	20

- **Auswertung von Rechnungen und Plänen**
  - Stromrechnung der letzten 3 Jahre
  - Architektenpläne  
(1:250 oder 1:100)
  - Schemata und Baubeschreibung HLK  
(*Volumenströme, Flächenzuordnung, Kälteleistung, elektrische Leistungen*)
- **wenn möglich**
  - Flächenzusammenstellungen
  - Gerätelisten
  - Lastgangmessungen
- **Einmalige Begehung**
  - Aufnahme aller Verbraucher (*Typräume*)
  - Befragung von Nutzern und Betriebspersonal
- **Aufstellung Energiematrix**
  - Elektrizitätsbilanz und spezifische Kennwerte
  - Grenz- und Zielwerte ermitteln
- **Beurteilung des Ist-Zustands**
- **Maßnahmenliste**
- **Soll-Zustand**
- **Standardbericht**

# Standardbericht

## Stromsparcheck für Gebäude nach LEE und SIA 380/4

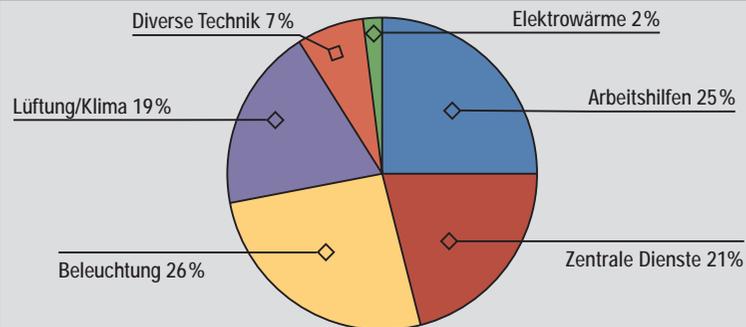
### Allgemeine Angaben

Anlageort / Bezeichnung Objekt / Geb.-bezeichnung	Frankfurt am Main Muster-Verwaltungsgebäude	Anlage-Nr. Objekt-Nr.
Adresse: Kontaktperson: Projektleiter:	Musterquai 105 Herr E. Nergie Herr S. Trom	
Analyseteam:	Amstein+Walthert GmbH, Westendstraße 19, 60325 Frankfurt 069 / 975 46-249; Fax: 069 / 975 46-110	
Analyse Datum:		
Baujahr: Energiebezugsfläche:	1976 7.734	Bezugsgröße (BG): Anzahl: Mitarbeiter 209

### Energieverbrauch - Überblick

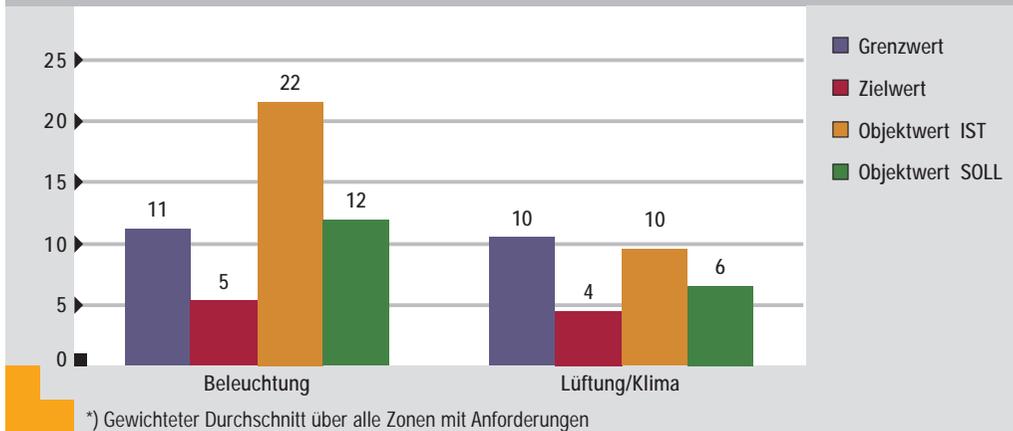
Energieträger	Jahr	Total Verbrauch [MWh/a]	Energie-kennzahl [kWh/m²a]	E-Kennzahl Bezugsgröße [kWh/BG · a]
Elektrizität	1996	649	84	3.107
Wärme	1996	810	105	3.876

### Elektrizitätsverteilung nach Verwendungszwecken



## 1 Zusammenfassung

### Spezifischer Elektrizitätsbedarf in kWh/m²a \*

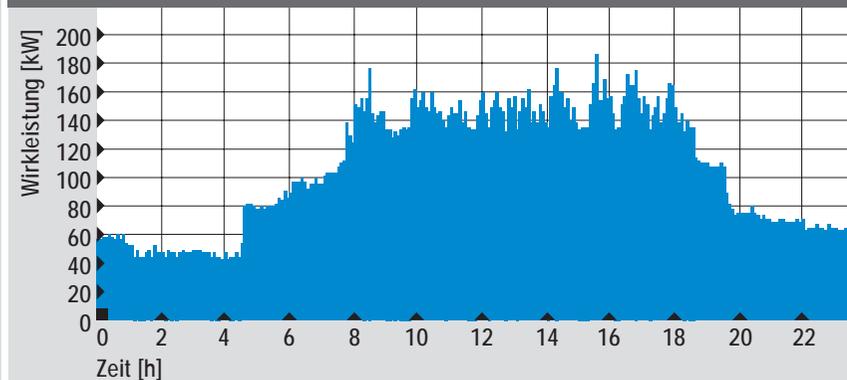


### Elektrizitätsbilanz für die Einsparung in MWh/a

Verwendungszweck Zone	A <sub>EB</sub> [m²]	Betriebseinrichtungen		Haustechnik			Elektro Wärme	Total
		Arbeits- hilfen	Zentrale Dienste	Beleuch- tung	Lüftung/ Klima	Diverse Technik		
Büro	2.652	30,0		74,8				104,8
Restaurant	217				2,0			2,0
Computer	164							
Händlerplätze	332							
Ausstellung	310							
Verkehr	1.313							
Technik/Lager	638							
Garage	2.108				19,1			19,1
ganzes Gebäude								
<b>Total</b>	<b>7.734</b>	<b>30,0</b>		<b>74,8</b>	<b>21,1</b>			<b>125,9</b>

- Datenlogger mit optischem Abtaster am Hauptzähler
- Leistungsmeßgeräte für steckbare Geräte
- Luxmeter für stichprobenartiges Messen der Beleuchtungsstärke
- Lastgangmessung

Montag 22.04.1996; Total: 2530 kWh



Sonntag 28.04.1996; Total: 1680 kWh

