



Energetische Modernisierung
von Schulen

Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden

Darmstadt, 07.07.2009
Michael Hörner, IWU

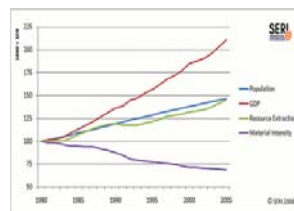
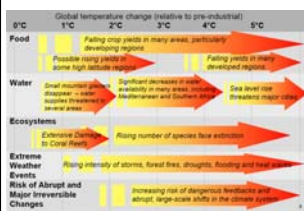
Überblick

- 1 Klimaschutz in öffentlichen Immobilienbeständen
- 2 Teilenergiekennwerte: Schnelle Analyse und Priorisierung
- 3 Customized Benchmarks für Energieverbrauchsausweise
- 4 Erste Erfahrungen und Ausblick

1.0 Die Krisen

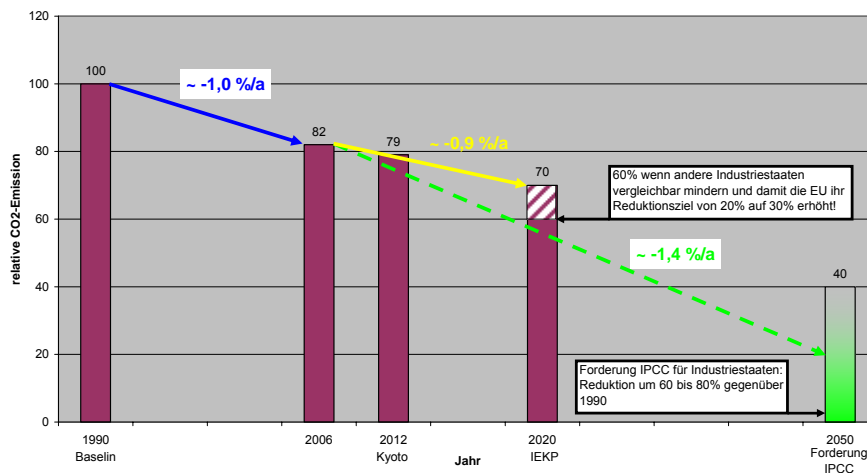


Klima, Ressourcen, Biodiversität, Gerechtigkeit, Finanzen



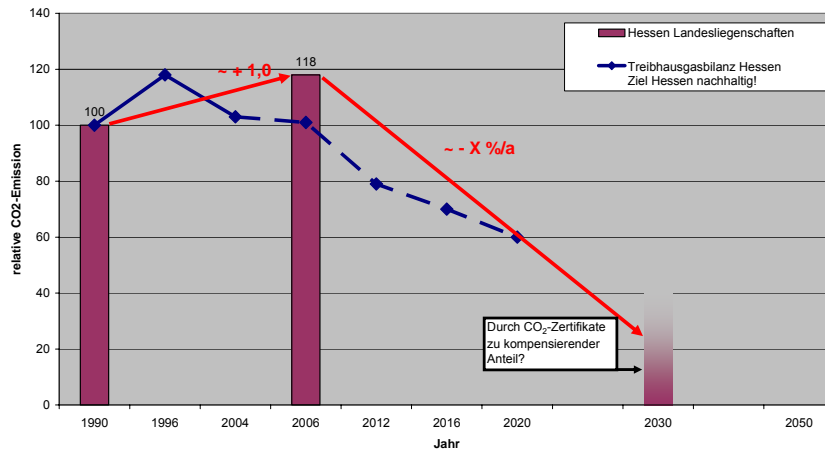
1.1 Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP)

Deutschland - Emissionsziele CO₂



1.2 Hessen nachhaltig!

Hessische Landesliegenschaften Emissionsziele CO₂-neutrale Landesverwaltung



1.3 Ziel-Szenario CO₂-neutrale Landesverwaltung

Laufzeit	20	a	bis 2030			
Gesamtfläche *	5,9	Mio. m ²	inkl. rückgemieteter Gebäude (Anteil ca. 1,2 Mio. m ²)			
Wärmetechnisch optimierbare Fläche	67%	BGF				
Elektrotechnisch optimierbare Fläche	80%					
Erneuerungsrate		2,5	%/a			
			Gesamterneuerung Gebäudehülle nach 40 a;			
Vermeidung		Heizwärme:	Strom:			
Anteil gesamt-erneuerter Geb. in 20 a an optim. Fläche	50	70	50	30	%	d.h. Gesamterneuerung von ca. 100.000 m ² BGF oder 30 Gebäude pro Jahr über 20 Jahre!
Techn. CO ₂ -Minderungspotenzial bei Gesamterneuerung	70		30		%	
Zusätzl. teilerneruerte Gebäude	25		50		%	zusätzlich Instandsetzung Heizung und Beleuchtung in ca. 50.000 m ² BGF pro Jahr über 20 Jahre
Techn. CO ₂ -Minderungspotenzial Heizung und Beleuchtung	10		20		%	
CO ₂ -Minderungspotenzial nur Vermeidung	25		20		%	Bezogen auf Gesamtfläche
Substitution						
Minderungspotenzial durch Ökostrom (zertifiziert aus Deutschland oder Eigenerzeugung), gerechnet für alle HL-Liegenschaften			90		%	Grobe Schätzung Voraussetzung: Vermeidungsmaßnahmen werden vorrangig umgesetzt
Minderungspotenzial durch Bioenergien für Heizwärme ca. 10%, gerechnet aber nur für optimierbare Liegenschaften	6,7				%	
CO ₂ -Minderungspotenzial, gesamt	33		92		%	Bezogen auf Gesamtfläche
Gesamt CO ₂ -Minderungspotenzial			64		%	Bezogen auf Gesamtfläche

* Daten laut Energiebericht 2006

1.4 Abgleich der Prioritäten

1	Gesamtsanierung Hülle + Hzg. (+RLT+BL)	1	Brandschutz (aus Brandschutzbegehungen)	1	Umnutzung (z.B. Grundrisse anpassen)
2	Hülle (als Einzelmaßnahme)	2	Reparaturen Hülle (Dach undicht, Putz bröckelt etc.)	2	Sale and Lease back (30 Jahre Zeitraum ausnutzen)
3	Hzg. + RLT (als Einzelmaßnahme) BL (als Einzelmaßnahme)	3	Reparaturen Hzg. + RLT (hohe Störanfälligkeit)	3	Sanierungszyklus Hülle (aufgrund Baualter bzw. Zustand)
...	...	4	Schönheitsreparaturen	4	Sanierungszyklus TGA (aufgrund Baualter bzw. Zustand)

Gesamt-Priorität		CO ₂	Bauunterhaltung	Erneuerung
1	Geb. 17	Gesamtsanierung	Brandschutz-Ertüchtigung	Umnutzung
2	Geb. 123	Gesamtsanierung	Reparatur Heizung	Leasing noch 30 Jahre
3	Geb. 815	Hülle	Reparaturen Hülle	Sanierungszyklus Hülle
4	Geb. 347	Hülle	-	Sanierungszyklus Hülle
5	Geb. 123	Heizung (Holzpellets)	-	Sanierungszyklus TGA
6	Geb. 139	Beleuchtung	Schönheitsreparaturen	Umnutzung
7	Typ 10			
8	Typ 2			
...				

1.5 CO₂-neutrale Immobilienbestände

- CO₂-Neutralität ist langfristig – bis 2050 – anzustreben.
- Maßnahmen der CO₂-Minderung müssen in die Sanierungszyklen der Gebäude eingetaktet werden.
- Grundlegende Erneuerung der überwiegenden Zahl der Landesgebäude mit einer Rate von $\geq 2,5\%$ pro Jahr.
- Budgets für sachgerechte Instandhaltung und Erneuerung müssen langfristig gesichert sein
 - Wartung und Inspektion: $\sim 0,8\%$ WBW/a ($9 \text{ €/m}^2_{\text{BGFa}}$)
 - Instandsetzung: $\sim 0,9\%$ WBW/a ($10 \text{ €/m}^2_{\text{BGFa}}$)
 - Erneuerung: $\sim 0,7\%$ WBW/a ($8 \text{ €/m}^2_{\text{BGFa}}$)
- Zusätzliche Mittel für die CO₂-Minderung werden benötigt (evtl. Fondsmodell)

(*) WBW = $1.100 \text{ €/m}^2_{\text{BGF}}$

1.6 Werkzeuge

- Zustandsorientierte Bauunterhaltung
 - Verkehrssicherung
 - Brandschutz
 - Aufrechterhaltung der Funktion
 - Sanierungszyklen
- Immobilienmanagement
- Schnelle energetische Analyse und Priorisierung

Überblick

- 1 Klimaschutz in öffentlichen Immobilienbeständen
- 2 **Teilenergiekennwerte: Schnelle Analyse und Priorisierung**
- 3 Customized Benchmarks für Energieverbrauchsausweise
- 4 Erste Erfahrungen und Ausblick

2.1 Teilenergiekennwerte von Nicht-Wohngebäuden

Methodische Grundlagen, empirische Erhebung und systematische Analyse

Gefördert durch
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

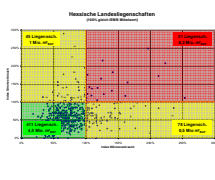
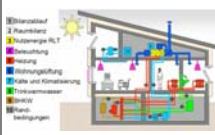
Projektleitung / Antragstellung

Institut Wohnen und Umwelt
Dr.-Ing. Jens Knissel
Dipl.-Phys. Michael Hörner
Annastraße 15
64285 Darmstadt

Projektpartner

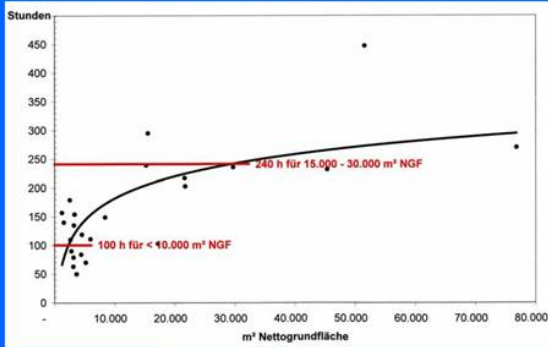
- Fraunhoferinstitut für solare Energiesysteme (ISE), Freiburg
- Universität Karlsruhe Fachbereich Bauphysik und technische Ausrüstung (fbta)
- ARGE-Benchmark
- Energie 2000 e.V. Landkreis Kassel
- Ingenieurbüro Patrick Jung GmbH
- Hochbauamt, Abt. Energiemanagement, Stadt Frankfurt am Main
- Techem Energy-Contracting GmbH

2.2 Analysemethoden

Detailierungsgrad	Voranalyse alle Gebäude		Feinanalyse / Planung ausgewählte Gebäude
Instrument	Verbrauchskennwerte und statistische Benchmarks		Monatsbilanz, Variantenberechnung
Bilanzraum	gesamtes Gebäude		Zonen
	 <p>Heutische Landesgemeinschaften (2007-2008) (KWh/m²)</p>		
Methode	- VDI 3807 Blatt 1, 2 - EnEV 2007 Energieverbrauchsausweis		- DIN V 18599 - Gebäude- und Anlagensimulation - Planung
	Identifikation der Hochverbraucher		Bewertung von Maßnahmen

2.3 Aufwand der Analyse

Arbeitszeitaufwand Energiebedarfsausweise für Oberste Bundesbehörden



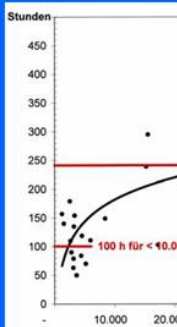
Folie 14

Berliner Energietage 2008 – IEMB 06.05.2008 / Dr. Römmling

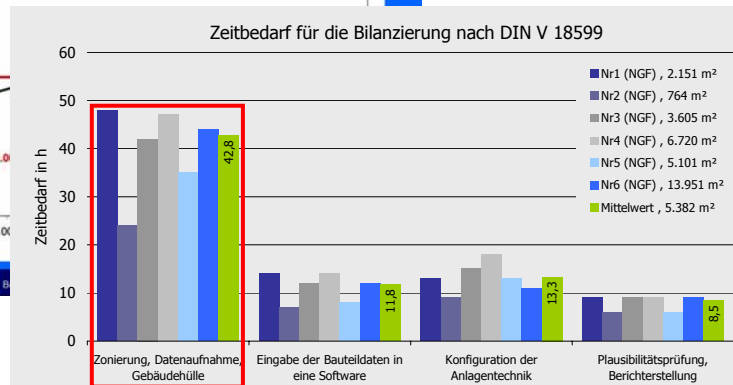
IEMB

2.3 Aufwand der Analyse

Arbeitszeitaufwand Energiebedarfsausweise für Oberste Bundesbehörden



Folie 14



2.4 Teilenergiekennwerte von Nicht-Wohngebäuden

Detaillierungsgrad	Voranalyse alle Gebäude	Grobanalyse viele, typische Gebäude	Feinanalyse / Planung ausgewählte Gebäude
Instrument	Verbrauchskennwerte und statistische Benchmarks	Teilkennwerte für Zonen und Referenzkennwerte	Monatsbilanz, Variantenberechnung
Bilanzraum	gesamtes Gebäude	gesamtes Gebäude und Zonen	Zonen
Methode	- VDI 3807 Blatt 1, 2 - EnEV 2007 Energieverbrauchsausweis	- VDI 3807 Blatt 4 - MEG/LEE - DIN V 18599 mit Vereinfachungen	- DIN V 18599 - Gebäude- und Anlagensimulation - Planung
	Identifikation der Hochverbraucher	Potenziale und Prioritäten	Bewertung von Maßnahmen

Teilenergie-
kennwert-
methode

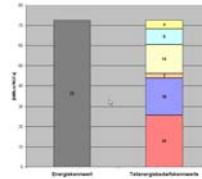
2.5 Ablauf

1. Vereinfachte Datenaufnahme

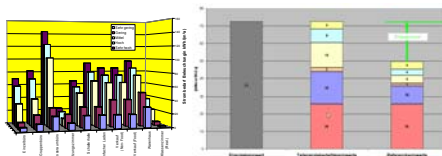
Nutzungsbereich 1	
Nummer Bereich	Flussdiagramm
Bereichsbezeichnung	Fläche
Gesamtfläche	Fläche
Nutzungszeit der Fläche	Fläche
Nutzungszeit pro Woche	Fläche
Nutzungszeit pro Jahr	Fläche

Zonen- nr.	Zonenbezeichnung	Standardnutzung	Stunden mit Lüftung bedarf	Flächen- anteil	Fläche m ²	Lichte Beleuchtungs- stärke	mittlere Personen- dichte	mittlere Strombe- lastung der Personen	Beleuchtungs- leistung anlage	max. Personen- belegung dichte	Wärme- last
1	Büro/Beleuchtung 1	Büro/Büro			2000	2,0	2,0	2,75	1	0	
2	Konferenzsäle	Konferenzsäle			2000	2,0	2,0	2,80	2	0	

2. Kennwertermittlung und Analyse der Verbrauchsstruktur



3. Effizienzbewertung mit Referenz-Teilkennwerten

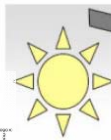


4. Erste Maßnahmen-Vorschläge zur Plausibilitätsprüfung

Maßnahmenprüfung / -vorschlag			
Nr	Beschreibung	Bewertung	
		Software	Begehung
1	Beleuchtungsleistung reduzieren	x	x
2	neue Leuchten / -mittel	x	x
3	neue Vorschaltgeräte	x	x
4	Differenzierte Beleuchtungskreise	-	x
5	Bewegungssensor	x	
6	Tageslichtsteuerung	x	

2.6 Rechenkern DIN V 18599 mit Vereinfachungen

- 1 Bilanzablauf
- 2 Raumbilanz
- 3 Nutzenergie RLT
- 4 Beleuchtung
- 5 Heizung
- 6 Wohnungslüftung
- 7 Kälte und Klimatisierung
- 8 Trinkwarmwasser
- 9 BHKW
- 10 Randbedingungen



- Erfassung der wichtigsten Nutzungszonen
- Abschneidekriterium nach Aufwand und Wichtigkeit

- Stark vereinfachte Datenaufnahme der Gebäudegeometrie
- Vereinfachte Zuweisung von Flächenanteilen der Gebäudehülle zu Nutzungszonen
- Vereinfachte Ermittlung der energetischen Qualität der Bauteile der Gebäudehülle (RILi)
- Geänderte Schließzeiten des Sonnenschutzes im Winter

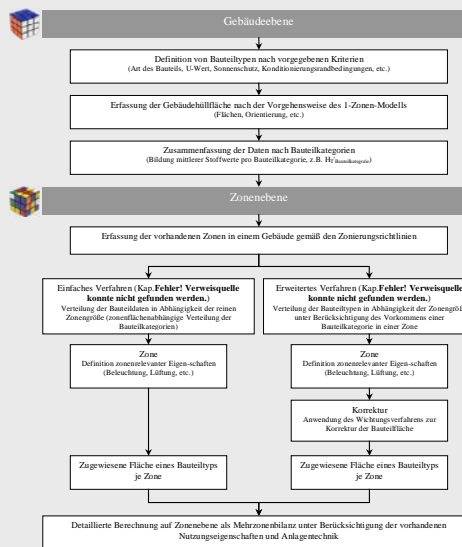
- Vereinfachte Tageslichtberechnung

- Vereinfachte Abbildung der Wärmeerzeuger (RILi)
- Keine Iteration bei Wärmeabgabe Verteilung

- Vereinfachte Berücksichtigung des Pumpenstroms für Kälte

- Objekt-spezifische Nutzungsrandbedingungen

2.7 Vereinfachte Flächenerfassung Mehrzonenmodell

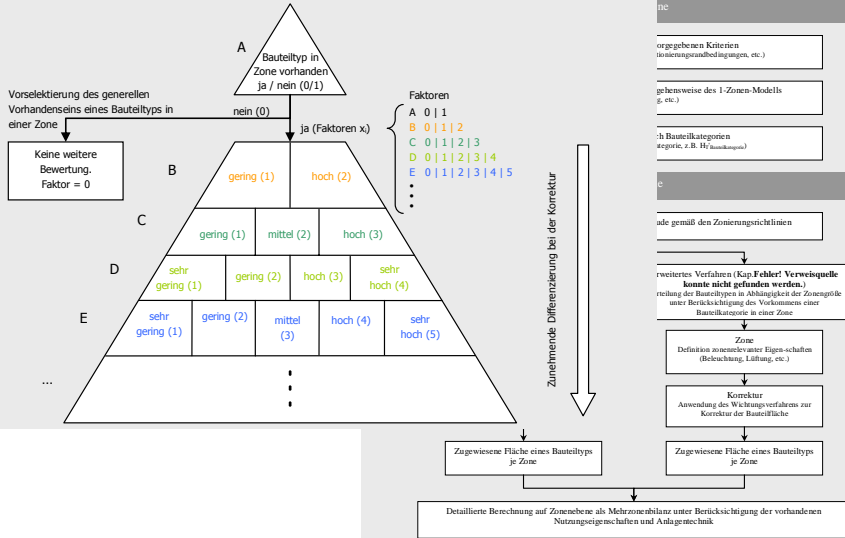


2.7

Vereinfachte Flächenerfassung Mehrzonenmodell



Institut Wohnen und Umwelt GmbH

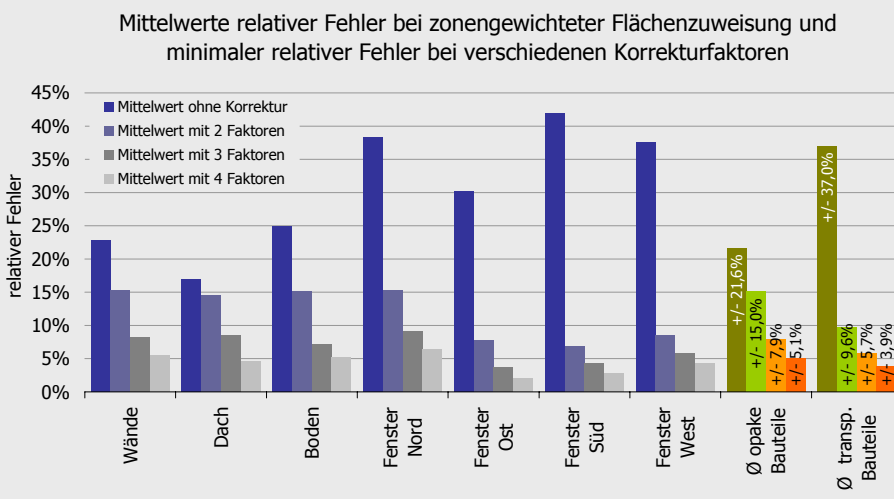


2.8

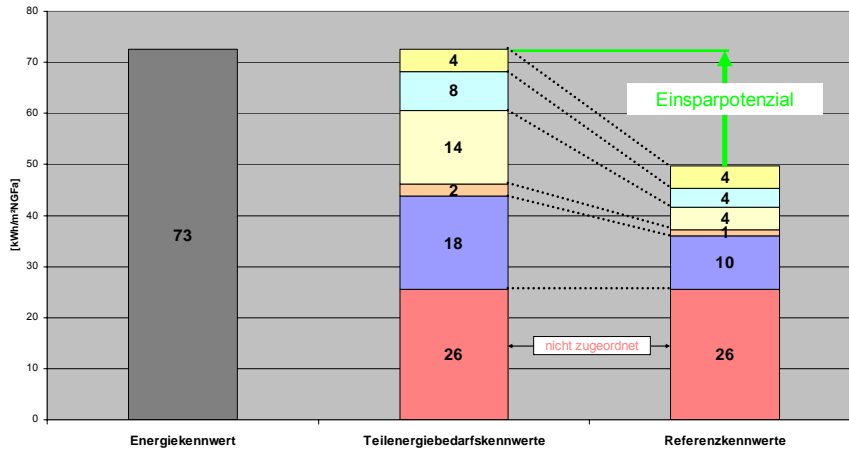
Vereinfachte Flächenerfassung Mehrzonenmodell - Ergebnis



Institut Wohnen und Umwelt GmbH



2.9 Ergebnis Einsparpotenzial



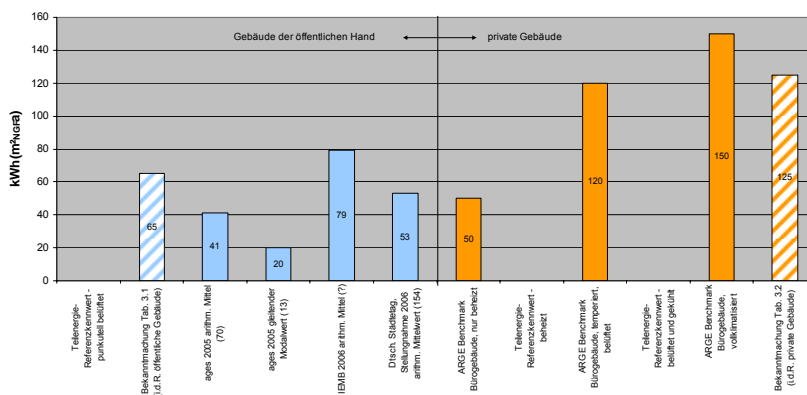
2.10 Ergebnis Kosten und Nutzen

RD	Bauteil DIN 276 Maßnahme	Maßnahmenbeschreibung (nur Einzelmaßnahmen)	Bemerkungen	Berechnungsansatz		Amortisationszeit		Kostenansatz			Einheit Bezug	Basisjahr	Härte- grad
				Größe	Wert	z	z _{max}	Quelle 1	var	min			
445	Beleuchtung												
445.1.1	Erneuerung Beleuchtungsanlage Büro	Installation moderner Langleucht-Leuchten, Beleuchtungsleistungsfähigkeit, Leuchtendekle (Effizienzklasse A, Wirkungsgrad der Beleuchtungsanlage Ein = 500 lx)	siehe näheren Spezifikationen, hochwertige Beleuchtung, Erfahrungswert Neubau	lx	2,3	0	0	0	0	0	€/m²/Var	2002	mittel
445.1.2	Erneuerung Beleuchtungsanlage Büro	Spiegelstrahl-Leuchten, Leuchtstofflampen, EVG, Wirkungsgrad der Beleuchtungsanlage Ein = 500 lx	Spiegelstrahl-Leuchten, BIP-Leuchten, Transparenzleuchten höherwertige Ausführung, Leuchten mit Leuchtstofflampen, EVG, einfache Ausführung, Auf- und Entzug, Schutzklasse IP 65	lx	2,5	0	0	0	0	0	€/m²/Var	2002	hoch
445.1.3	Erneuerung Beleuchtungsanlage Odekaube	vollständiger Austausch der Beleuchtung in einem Odekaube mit TL-Leuchten, dimmbarem EVG, Tageslichtsteuerung in Büroflächen, Präsenzmelder in Verkehrs- und WC-Flächen	Flächenverhältnis bei Standardoberfläche weiß entspricht etwa 50% BGF	lx	2,8	0	0	0	0	0	€/m²/Var	2006	mittel
445.2.1	Bedarfsanpassung	Beleuchtung nach Präsenz und Helligkeit aus- und einschalten (System II, 1999-4, Kap. 5.5.3), Wirkungsgrad Beleuchtungsanlage 500 lx	PRE-Melder in Leuchtenzubehör, ca. 150 € pro Stück und ca. 20 m² pro Melder	Cr _{max} Cr _{min}	0,57 0,95	0	0	0	0	0	€/m²/Var	2006	mittel
445.2.2	Bedarfsanpassung	Beleuchtung flächenweise nach Tageslichtempfindlichkeit aus- und einschalten (System II, 1999-4, Kap. 5.5.3), Wirkungsgrad Beleuchtungsanlage 500 lx	Var 1 EIS-Steuerung der BL vorhanden (200-fache Tageslichtsensoren pro Himmelsrichtung mit mehreren Schaltstufen a 500-µStück plus Programmierung Var 2 zentrale Sensoren für die Beleuchtung ab Stovekto UV vorhanden ein Tageslichtsensor pro Himmelsrichtung mit mehreren Schaltstufen (500-µStk.), Steuerung zu dem UV, Einbau Stromsrelais mit Zentral-Aus-Funktion pro Beleuchtungsstromkreis (0,4/0,6)	Cr _{max}	0,81	0	0	0	0	0	€/m²/Var	2007	mittel
445.2.3	Bedarfsanpassung	Beleuchtungsstärke je Nutzungszone auf Normwert reduzieren	Lampen entfernen, Leuchten außer Betrieb nehmen im Rahmen der üblichen Wartung	MF	0,83	0	0	0	0	0	€/Leuchte		
445.3	Effizienzverbesserung	regelmäßige Wartung und jährliche Reinigung von Leuchten und Raumreinigung alle 3 Jahre	Wartungskosten MF = LMF + LSF + LMF erhöhen, Lampen nach Betriebszeit austauschen (LMF = 0,84, LSF = 1), Leuchtenart B mit Umgebung V0-C bei jährlicher Reinigung (LMF = 0,96), Raumreinigung (DF = 0,5, TSP/200, V0-C, 3a) (MF = 0,5)	MF	0,83	0	0	0	0	0	€/Leuchte		
445.4	Effizienzverbesserung	Nachrüsten von Kopfpegeln insbesondere bei bestehenden Leuchten in Verkaufs- oder Werkstoffflächen	Kopfpegel (0,4/0,6) nachrüsten und reduzieren der Anzahl an installierten Leuchten			0	0	0	0	0	€/Leuchte		

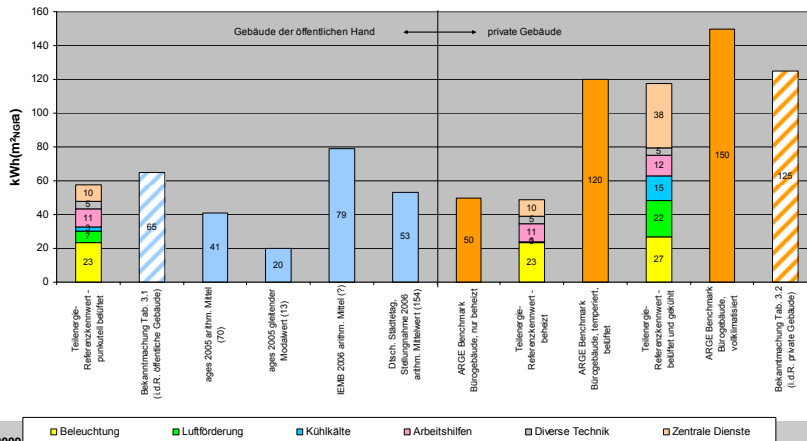
Überblick

- 1 Klimaschutz in öffentlichen Immobilienbeständen
- 2 Teilenergiekennwerte: Schnelle Analyse und Priorisierung
- 3 Customized Benchmarks für Energieverbrauchsausweise
- 4 Erste Erfahrungen und Ausblick

3.1 Statistische Benchmarks für Verbrauchsausweise



3.2 Customized Benchmarks



29.06.2009

25

3.4 Customized Benchmarks - Schule

Schulen > 3.500: Teilenergie-Referenzkennwert - nur beheizt																																																																									
Ermittlung Referenzenergiekennwert Strom		Flächenanteil	Nutzungsanteil	Nutzung	BL	W _{BL}	W _W	W _{LF}	KK	W _{KK}	BE	BE _{manuell}	BE _{elektr.}																																																												
		Nr.	lm²	%	n/a	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr																																																												
Schulen > 3.500		4000	2.564	64%																																																																					
Nutzungen																																																																									
Hauptnutzungen																																																																									
Klassenzimmer (Schulen)		8	2.051	80%	1.400	8,8	8,6	33,1																																																																	
Kantine		12	256	10%	1750																																																																				
Einzelbüro		1	256	10%	2750																																																																				
Nebennutzungen																																																																									
WC und Sanitäräume in Nichtwohngebäuden		16	124	3%	2750	0,51	8,2	6,8																																																																	
Nebennutzungen ohne Aufenthaltsräume		18	253	6%	2750	0,51	1,2																																																																		
Funktionsflächen																																																																									
Lager		21	76	3%	2750	0,51	4,5																																																																		
Verkehrsflächen																																																																									
Verkehrsfäche		19	983	25%	2750	0,51	6,0																																																																		
Gebäude (Nettogrundfläche)			4.000																																																																						
Kommentar																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>D1</th> <th>Diverse Technik</th> <th>BE_{elektr.}</th> <th>ZD</th> <th>Zentrale Dienste</th> <th>BE_{elektr.}</th> </tr> <tr> <th></th> <th>kWh/m²/yr</th> <th>kWh/m²/yr</th> <th></th> <th>kWh/m²/yr</th> <th>kWh/m²/yr</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Pumpen/Heizung</td> <td>2,5</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Zentrale EDV (niedrig)</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Aufzüge</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Zentrale EDV (mittel)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Zentrale EDV (hoch)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Zentrale EDV (klein)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Küche (warme Essenszubereitungsfläche)</td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Cafeteria</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Schwachstromanlagen</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,8</td> </tr> </tbody> </table>														D1	Diverse Technik	BE _{elektr.}	ZD	Zentrale Dienste	BE _{elektr.}		kWh/m²/yr	kWh/m²/yr		kWh/m²/yr	kWh/m²/yr	<input type="checkbox"/>	Pumpen/Heizung	2,5	<input checked="" type="checkbox"/>	Zentrale EDV (niedrig)	2,0	<input type="checkbox"/>	Aufzüge		<input type="checkbox"/>	Zentrale EDV (mittel)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Zentrale EDV (hoch)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Zentrale EDV (klein)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Küche (warme Essenszubereitungsfläche)		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Cafeteria	0,3	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Schwachstromanlagen	2,5						4,8
D1	Diverse Technik	BE _{elektr.}	ZD	Zentrale Dienste	BE _{elektr.}																																																																				
	kWh/m²/yr	kWh/m²/yr		kWh/m²/yr	kWh/m²/yr																																																																				
<input type="checkbox"/>	Pumpen/Heizung	2,5	<input checked="" type="checkbox"/>	Zentrale EDV (niedrig)	2,0																																																																				
<input type="checkbox"/>	Aufzüge		<input type="checkbox"/>	Zentrale EDV (mittel)																																																																					
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Zentrale EDV (hoch)																																																																					
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Zentrale EDV (klein)																																																																					
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Küche (warme Essenszubereitungsfläche)																																																																					
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Cafeteria	0,3																																																																				
<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	Schwachstromanlagen	2,5																																																																				
					4,8																																																																				
Gebäude						BE	BE _{elektr.}	BE	BE _{elektr.}	BE	BE _{elektr.}	BE	BE _{elektr.}																																																												
Referenz-Teilenergiekennwert						21	9,1	0,2			4,8	2,5	4,8																																																												

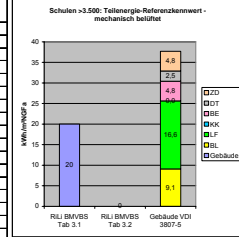
29.06.2009 > IWU

Energetische Modernisierung von Schulgebäuden - Teilenergiekennwerte

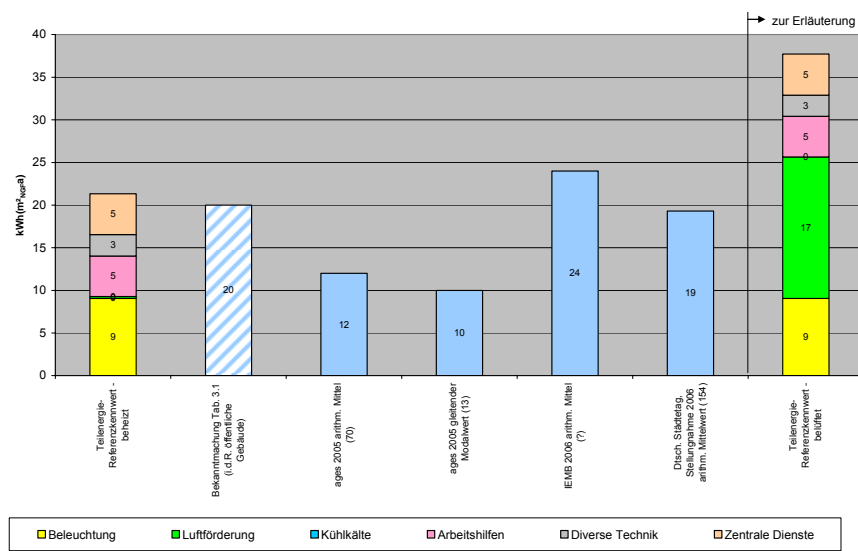
26

3.5 Customized Benchmarks – Schule mit Lüftung

Schulen > 3.500: Teilenergie-Referenzkennwert - mechanisch belüftet																																																						
Ermittlung Referenzenergiekennwert Strom		Flächenanteil	Stellungsanteil	Abfallkennwert	W ₂ BL, N	W ₂ LF, N	W ₂ KK	W ₂ BE, m	W ₂ BE, n																																													
Nr.	ImP1	%	n/a		kWh/m ² ·a	kWh/m ² ·a	kWh/m ² ·a	kWh/m ² ·a	kWh/m ² ·a																																													
Schulen > 3.500																																																						
Nutzungen																																																						
Hauptnutzflächen																																																						
Klassenzimmer (Schulen)	8	2.051	80%	1750	8,8	23,2			6,0																																													
Kantine	12	256	10%	1750	8,6	43,5			3,8																																													
Einzelbüro	1	256	10%	2750	33,1	26,2			22,8																																													
Nebennutzflächen																																																						
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	16	124	33%	2750	0,51	8,2	6,8																																															
Nebennutzflächen ohne Aufenthaltsräume	18	253	67%	2750	0,51	1,2																																																
Funktionsflächen																																																						
Lager	21	76	100%	2750	0,51	4,5																																																
Verkehrsflächen																																																						
Verkehrsfäche	19	983	100%	2750	0,51	6,0																																																
Gebäude (Nettogrundfläche)																																																						
4.000																																																						
Kommentar																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diverse Technik</th> <th>e_{TE}</th> <th>zD</th> <th>Zentrale Dienste</th> <th>e_{zD}</th> </tr> <tr> <th>Pumpen Heizung</th> <th>2,5</th> <th>1</th> <th>Zentrale EDV (niedrig)</th> <th>2,0</th> </tr> <tr> <th>Aufzüge</th> <th></th> <th></th> <th>Küche (warme Eisenzubereitung)</th> <th></th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th>Cafeteria</th> <th>0,3</th> </tr> <tr> <th>Diverse Heizkälte</th> <th></th> <th></th> <th>Schwachstromanlagen</th> <th>2,5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gebäude</td> <td>e_s</td> <td>BL</td> <td>e_{BL,N}</td> <td>LF</td> <td>e_{LF,N}</td> <td>KK</td> <td>e_{KK,N}</td> <td>BE</td> <td>e_{BE,N}</td> </tr> <tr> <td>Referenz-Teilenergiekennwert</td> <td></td> <td></td> <td>9,1</td> <td></td> <td>16,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,8</td> </tr> </tbody> </table>										Diverse Technik	e _{TE}	zD	Zentrale Dienste	e _{zD}	Pumpen Heizung	2,5	1	Zentrale EDV (niedrig)	2,0	Aufzüge			Küche (warme Eisenzubereitung)					Cafeteria	0,3	Diverse Heizkälte			Schwachstromanlagen	2,5	Gebäude	e _s	BL	e _{BL,N}	LF	e _{LF,N}	KK	e _{KK,N}	BE	e _{BE,N}	Referenz-Teilenergiekennwert			9,1		16,6				4,8
Diverse Technik	e _{TE}	zD	Zentrale Dienste	e _{zD}																																																		
Pumpen Heizung	2,5	1	Zentrale EDV (niedrig)	2,0																																																		
Aufzüge			Küche (warme Eisenzubereitung)																																																			
			Cafeteria	0,3																																																		
Diverse Heizkälte			Schwachstromanlagen	2,5																																																		
Gebäude	e _s	BL	e _{BL,N}	LF	e _{LF,N}	KK	e _{KK,N}	BE	e _{BE,N}																																													
Referenz-Teilenergiekennwert			9,1		16,6				4,8																																													



3.3 Customized Benchmarks Schulen



- 1 Klimaschutz in öffentlichen Immobilienbeständen
- 2 Teilenergiekennwerte: Schnelle Analyse und Priorisierung
- 3 Customized Benchmarks für Energieverbrauchsausweise
- 4 Erste Erfahrungen und Ausblick

4.1 Erste Erfahrungen

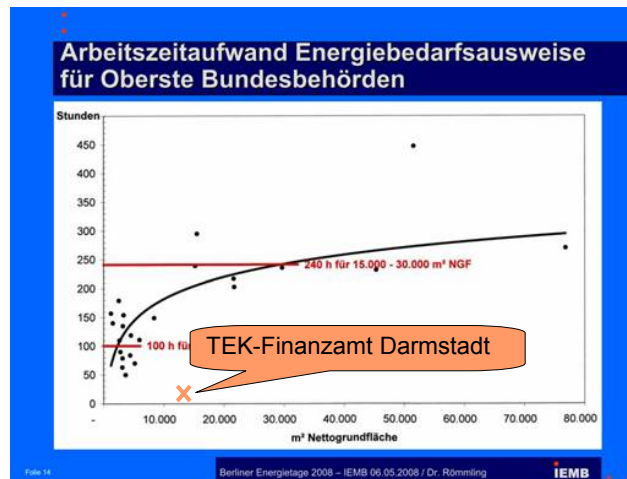
Finanzamt Darmstadt Soderstraße



Steckbrief

- NGF: ca. 13.000 m²
- Baujahr: 1994
- Nutzung: Büro mit Kantine und Tiefgarage
- 10 Nutzungszonen
- 8 Beleuchtungsanlagentypen
- 10 Lüftungsanlagen
- 1 gekühlter Serverraum

4.2 Aufwand Teilenergiekennwerte



4.3 Fazit Teilenergiekennwerte

- Die Teilenergiekennwert-Methode liefert
 - aussagekräftige Quantifizierung des Einsparpotenzials bei komplexen Nichtwohngebäuden.
 - Grobkostenschätzung für Aufwand und Nutzen
 - Entscheidungsgrundlage für Priorität und Weg der Sanierung
- Der Aufwand ist deutlich geringer als bei Bedarfsberechnungen mit üblichen Werkzeugen.
- Die Bearbeitung größerer Immobilienbestände ist möglich.
- Alle weiteren Details werden in der integralen Planung mit Varianten bearbeitet und entschieden.

