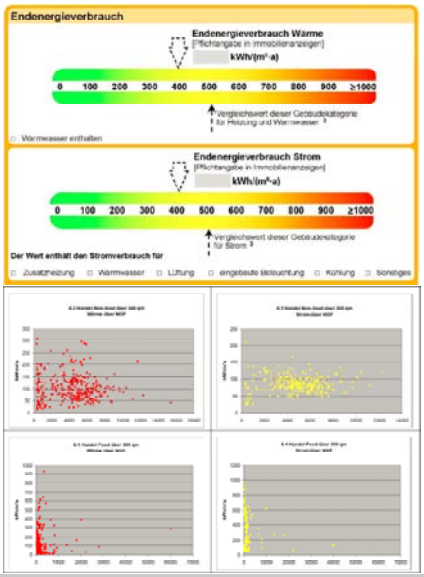
ENOB:MONITOR-Workshop Kennwerte
Kassel, 21.03.2013

Neue Wege in der Energieanalyse von Nichtwohngebäuden im Bestand

Teilenergiekennwerte

Michael Hörner
Institut Wohnen und Umwelt

Kennwerte und Benchmarking



- **Benchmarking** bezeichnet die vergleichende Analyse von Ergebnissen oder Prozessen mit einem festgelegten Bezugswert oder Vergleichsprozess.
- Ziel ist es, mit wenig Aufwand eine Bewertung des Ist-Zustands als Grundlage einer Entscheidung für einen möglichen Soll-Zustand zu gewinnen.
- Der Energieverbrauchsausweis ist so ein Benchmarkinginstrument
- Seine Aussagekraft ist allerdings. eingeschränkt.
- **Kann man mit Energiekennwerten schnell und sicher das Energieeinsparpotenzial eines Gebäudes erkennen?**

Überblick

1	Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK)
2	Schwachstellenanalyse mit Teilenergiekennwerten
3	Objektspezifische Benchmarks
4	Verbrauchsstrukturanalyse (VSA)

1.1 Teilenergiekennwerte von Nicht-Wohngebäuden

Methodische Grundlagen, empirische Erhebung und systematische Analyse

Gefördert durch das

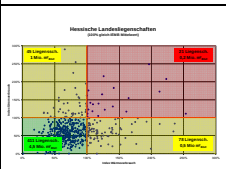
Gefördert durch
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
im Rahmen des Forschungsschwerpunkts EnOB

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

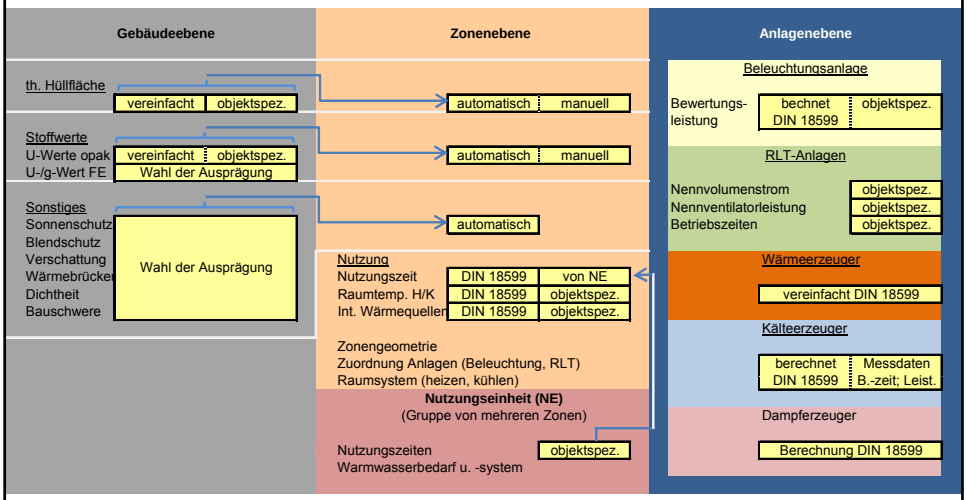
EnOB Forschung für Energieoptimiertes Bauen

Projektleitung	Projektteilnehmer
Institut Wohnen und Umwelt Dipl.-Phys. Michael Hörner	• Fraunhoferinstitut für solare Energiesysteme ISE •Karlsruhe fbta • ARGE-Benchmark • Energie 2000 • Ingenieurbüro Jung • Stadt Frankfurt am Main • Techem Energie-Contracting

1.2 Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden

Detaillierungsgrad	Voranalyse alle Gebäude	Grobanalyse viele, typische Gebäude	Planung ausgewählte Gebäude
Instrument	Verbrauchskennwerte und Benchmarks	Teilkennwerte für Zonen und Gewerke, Referenzkennwerte	Monatsbilanz, Variantenberechnung
Bilanzraum	gesamtes Gebäude	gesamtes Gebäude und Zonen	Zonen
			
Methode	EnEV Verbrauchskennwerte	Teilenergiekennwert Methode	- DIN V 18599 - Gebäude- und Anlagensimulation - Planung
	Hochverbraucher mit Potenzial	Analyse der des Potenzials	Planung von Maßnahmen

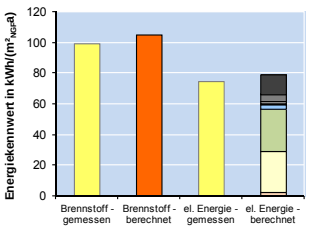
1.6 TEK-Tool: Optionen für vereinfachte Berechnung Gebäudehülle, Zonen und Anlagen



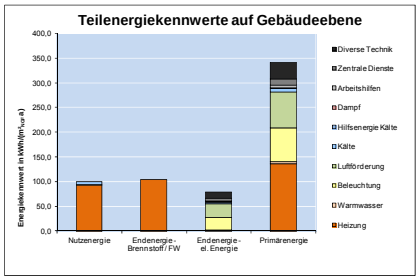
Erweiterung des Bilanzraums: Zentrale Dienste (Küchen, zentr. EDV, Schwachstromanlagen…), Diverse Technik (Hilfsenergie, Aufzüge, sonstige el. Verbrauche), Arbeitshilfen

1.7 Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich im erweiterten Bilanzraum

IWU Institut Wohnen und Umwelt



		Brennstoff / Fernwärme	Elektrische Energie
gemessener Verbrauch	kWh/(m²a)	99	74
	MWh/a	610	459
berechneter Bedarf	kWh/(m²a)	105	79
	MWh/a	648	491
Verh. Bedarf/Vebrauch - $f_{b/v}$		1,06	1,07

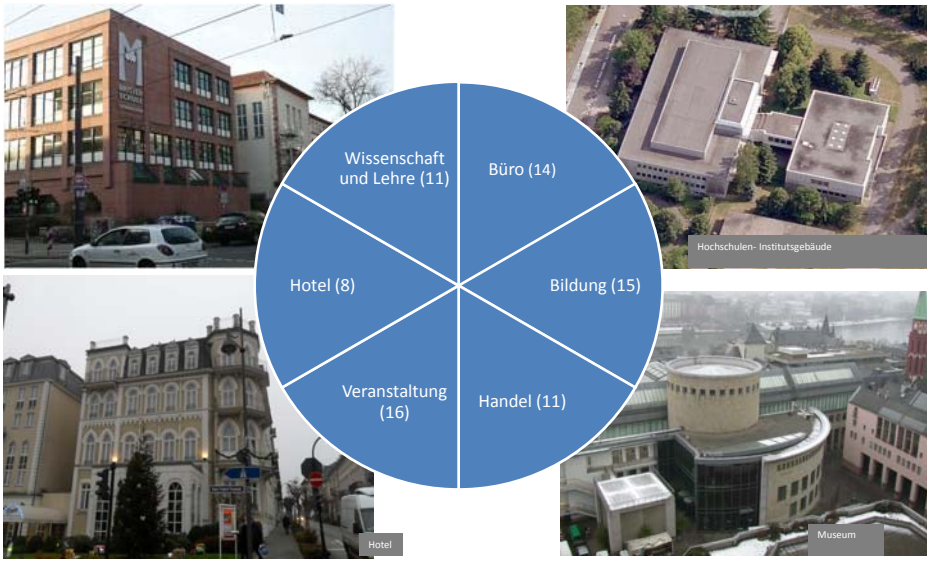


1.5 Teilenergiekennwerte und CO2-Emissionen auf Gebäudeebene

	Nutzenergie		Endenergie		Primär-energie	CO_2-Emission
	Zonen/RLT	Erzeuger	Brennstoff	el. Energie		
	kWh/(m² a)					kg/(m² a)
Heizung	92,9	104,7	104,7	0,0	136,1	42,6
Warmwasser	1,2	1,2	0,0	2,0	5,1	0,5
Beleuchtung	-	-	-	26,3	68,3	16,6
Luftförderung	-	-	-	28,0	72,9	17,7
Kälte	6,5	8,2	0,0	2,8	7,2	1,8
Hilfsenergie Kälte	-	-	-	0,5	1,4	0,3
Dampf	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Arbeitshilfen	-	-	-	1,6	4,3	1,0
Zentrale Dienste	-	-	0,0	5,0	13,0	3,2
Diverse Technik	-	-	-	13,1	34,0	8,3
gesamt	100,6	114,0	104,7	79,3	342,2	92,1

1.11 TEK Feldphase mit Qualitätssicherung ☑

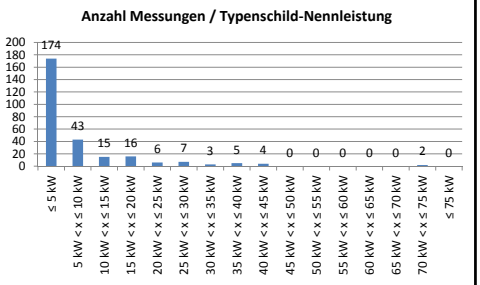
IWU Institut Wohnen und Umwelt

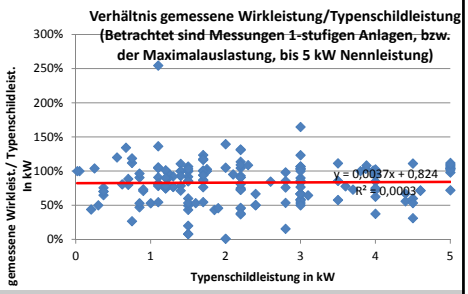


1.11 Auswertung der Messaufgaben

- Etwa 400 Messungen an fast 200 RLT-Anlagen, um das Verhältnis der tatsächlich aufgenommenen Leistung der Ventilatoren im Vergleich zur Nennleistung laut Typenschild festzustellen.

- Wenn man nichts besseres weiß, ist es sinnvoll nur etwa 80% der Typenschildleistung für die Berechnung des Energiebedarfs der Anlagen anzusetzen.





Überblick

1. Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK)
2. Schwachstellenanalyse mit Teilenergiekennwerten
3. Objektspezifische Benchmarks
4. Verbrauchsstrukturanalyse (VSA)

2.1 Viele Kennzahlen, aber wie bewerten?

IWU Institut Wohnen und Umwelt

2.0 Kurzdokumentation der in der Berechnung berücksichtigten Ausprägung von Gebäude und Anlagentechnik

zurück zu Übersicht

2.1 Gebäudebezogene Übersichtsdarstellung - Kennwerte sind auf die beheizte Nettogrundfläche des Gebäudes bezogen

2.1.1 spezifische Hüllfläche

	Bauteilfläche (BTF) spezifisch m^2_{BTF}/m^2_{NGF}	Bauteilfläche (BTF) absolut m^2_{BTF}	U-Wert W/(m²K)	g_tot -
Außenw and	0,698	6.655	0,83	-
Dach	0,332	3.169	0,36	-
Kellerdecke	0,326	3.106	0,49	-
Fenster O,S,W	0,216	2.062	1,90	0,34
Fenster N	0,081	769	1,94	0,35
Fenster hor.	0,017	164	1,83	0,35
ges. Gebäude	1,669	15.925	0,87	0,34

2.1.2 Mittlere Nutzungseigenschaften

spez. hyg. Mindestaußenluftvolumenstrom	3,09 m³/(m²h)
Raumsolltemperatur Heizung	20,1 °C
Raumsolltemperatur Kühlung	23,0 °C
Wartungswert der Beleuchtungsstärke	237 Lux
Nutzungszeit	2.555 h/a
Wärmequellen (Personen und Arbeitshilfen)	73 Wh/(m²d)

2.1.3 Nutzenergie Raum- und RLT-System

Nutzenergiebedarf Heizung und Kühlung

	Heizung	Kälte	Dampf
	kWh/(m^2_{NGF}a)		
Raumsystem	107,0	18,7	
RLT-Anlage	70,7	69,8	57,1
Summe	178	88	57

max. Heiz- bzw . Kühllast	Heizung	Kälte
	W/m^2_{NGF}	
Raumsystem	96	40
RLT-Anlage	128	106
Summe	224	145

2.1.4 Beleuchtung

installierte Leistung	112 kW
mittlere Bew ertungsleistung	11,8 W/m²
Vollbetriebszeit	1.670 h/a
Endenergie Beleuchtung	20 kWh/(m²a)
Primärenergie Beleuchtung	47 kWh/(m²a)

2.1.5 Lufförderung

	Zuluftvent.	Abluftvent.	
Nennvolumenstrom	127.910	129.240	m³/h
Dimensionierungsfaktor	1264%	1277%	
installierte Leistung	76,20	55,22	kW
spezifische Ventilatorleistung	2,20	1,54	kW/(m³ s)
Vollbetriebszeit	4284	4218	h/a
Endenergiebedarf	35,1	24,4	kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf	84,3	58,6	kWh/(m²a)

2.1.6 Wärmeerzeugung Heizung und Warmwasser (zentral + dezen

Nutzenergiebedarf	177,8 kWh/(m²a)
davon Warmw asser	0,2 kWh/(m²a)
zusätzliche Verluste Verteilung*	34,3 kWh/(m²a)
Erzeugernutzw ärmeabgabe	212,2 kWh/(m²a)
Nennleistung Soll (max. Heizlast * 1,3)	2.781 kW
Dimensionierungsfaktor** (nur zentr. Erz.)	42%
Erzeugeraufw andszahl	1,11 -
Endenergie Wärmeerzeugung	236,3 kWh/(m²a)
davon elektrische Energie	0 %
Primärenergie Wärmeerzeugung	234,7 kWh/(m²a)

2.1.7 Kälteerzeugung (zentral + dezentral)

Nutzenergiebedarf	88,5 kWh/(m²a)
zusätzliche Verluste Übergabe, Verteilung	16,0 kWh/(m²a)
Erzeugernutzkälteabgabe	104,5 kWh/(m²a)
maximale thermische Kälteleistung	1.384 kW
Dimensionierungsfaktor*** (nur zentr. Erz.)	27%
Jahreskälteleistungszahl	3,93 -
Endenergie Kälteerzeugung	26,6 kWh/(m²a)
davon elektrische Energie	100 %
Primärenergieenergie Kälteerzeugung	63,8 kWh/(m²a)
Endenergie Hilfsenergie Kälte	17,1 kWh/(m²a)
Teilkennw ert Kalt-/Kühlw asserverteilung	96,5 kWh/(KW a)

2.1.8 Dampferzeugung

Endenergiefaktor	1,16 -
Endenergie Dampferzeugung	33 kWh/(m²a)
Primärenergie Dampferzeugung	79 kWh/(m²a)

*) Ein Teil der Verteilverluste reduziert den Nutzenergiebedarf Heizung
**) (Nennw ärmeleistung Typenschild)/(berechnete max. Heizlast * 1,3)
***) (Nennkälteleistung Typenschild)/(berechnete max. Kälteleistung * 1,3)

2.2 Referenz-Teilenergiekennwerte

IWU

- Auf der Ebene der Zonen nach Gewerk und Nutzung differenziert
- Endenergie-Teilkennwerte
- Vollbetriebszeit auf Nutzenergieebene
- Spezifische Leistung

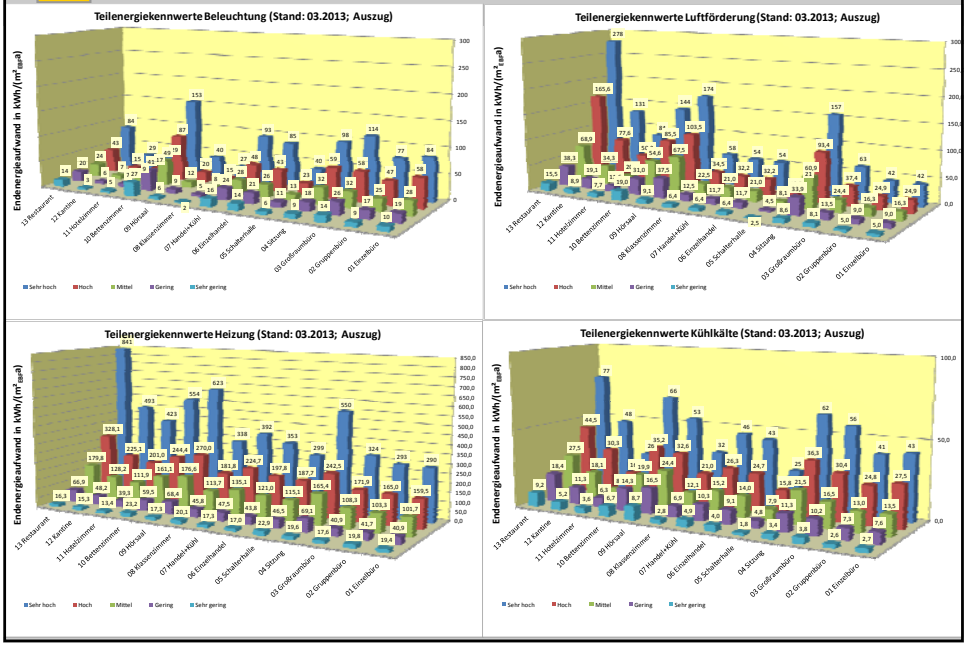
- Standardklima nach DIN 18599:2007-2
- Standardnutzungsprofile nach DIN V 18599-100:2009
- Zonen-Geometrie in Anlehnung an [Knissel 2005] und [Lichtmeß 2005]

- Randbedingungen als real feststellbare Qualitäten formuliert, nicht als statistisch festgelegte Grenzen (vgl. VSA)

Baukörper		sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
U-Wert						
Außenwand	W/(m² K)	0,12	0,28	0,60	1,00	1,40
Dach	W/(m² K)	0,10	0,20	0,50	1,00	2,10
Kellerdecke	W/(m² K)	0,15	0,35	0,80	1,00	1,50
Fenster O,S,W	W/(m² K)	0,86	1,44	2,49	3,72	3,72
Fenster N	W/(m² K)	0,86	1,44	2,49	3,72	3,72
Baukörper - g_tot-Wert						
Fenster O,S,W	-	0,07	0,09	0,29	0,78	0,78
Fenster N	-	0,30	0,47	0,78	0,78	0,78
Baukörper - sonstige Angaben						
Sonnenschutz – Steuerung		strahlungsab.	man. od. Zeit	man. od. Zeit	man. od. Zeit	man. od. Zeit
Bauschwere	-	mittelschwer	mittelschwer	mittelschwer	leicht	leicht
Luftdichtheit	-	Neubau, n50-Test und RLT	Neubau, n50-Test ohne RLT	Bestand, ohne n50-Test	Bestand, ohne n50-Test	Bestand, undicht
Heizungsanlage						
Erzeugerart		BWK verb.	BWK ab 95	NTK ab 95	NTK vor 95	KTK ab 95
Baualter Verteilung (Dämmstandard)		ab 1995	ab 1995	1980 - 1994	bis 1979	bis 1979
Lage horizontale Verteilung		beheizt	unbeheizt	unbeheizt	Unbeheizt	unbeheizt
Heizungsbetrieb Nachts		Abschaltung	reduziert	reduziert	reduziert	durchgehend
Heizungsbetrieb Wochenende		Abschaltung	reduziert	reduziert	reduziert	durchgehend

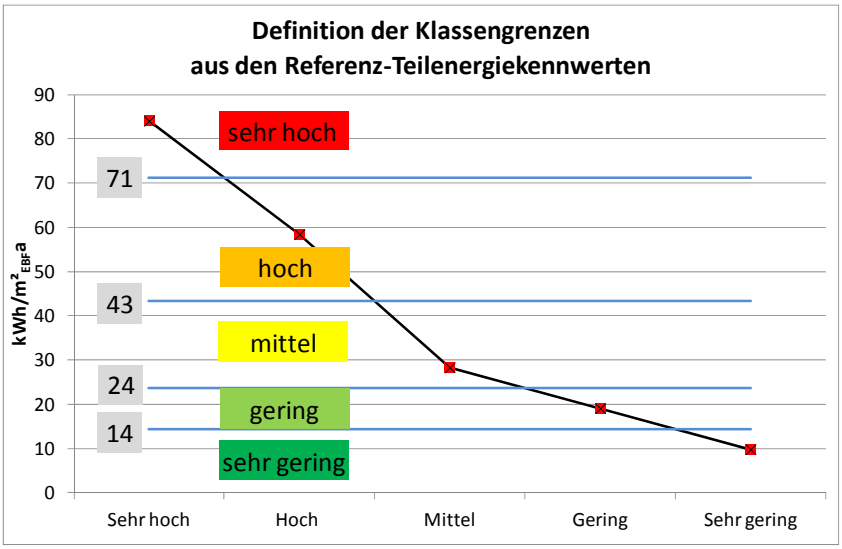
2.3 Referenz-Teilenergiekennwerten

IWU Institut Wohnen und Umwelt



2.4 Definition der Energieaufwandsklassen am Beispiel Beleuchtung

IWU Institut Wohnen und Umwelt



2.5 Kennwertanpassung und Bewertung

- Anpassung der Referenz-Teilenergiekennwerte an
  - unterschiedliche Wertigkeit des tatsächlichen Endenergieträgers
  - Gebäudegröße und damit verbunden A/V
  - Nutzungszeiten (Beleuchtung, Luftförderung sowie Luftaufbereitung und Kühlung)
  - Anlagenkonfiguration (Zu- und Abluftanlage; reine Abluftanlage)
- Objekt-Teilenergiekennwerte unverändert
- Aggregation von Zonenebene auf Anlagen und Gebäude

3.1 Heizung

Nr. und Name	Std.-nutzung	Fläche	Nutz.-	Ist-Wert Zone (Endenergie)				Vergleichswert - gering		
		m²	einheit	TEK-Bewert.	kWh/(m²a)	W/m²	h/a	kWh/(m²a)	W/m²	h/a
1) Einzelbüro Nord	01 Einzelbüro	463	1	Hoch	258,3	110,0	2346,8	48,5	99,7	487
2) Saal-Vorraum	04 Sitzung	39	2	Hoch	272,1	453,6	600,0	82,1	283,1	290
3) Einzelbüro Süd	01 Einzelbüro	561	1	Sehr hoch	295,8	171,8	1721,5	48,5	99,7	487
4) Verkehrsflächen	19 Verkehrsflä	265	1	Gering	50,1	28,2	1778,0	52,2	23,5	2.223
5) Foyer	19 Verkehrsflä	87	1	Hoch	197,2	95,2	2070,6	52,2	23,5	2.223
6) WC, Sanitär	16 WC, Sanitär	76	1	Hoch	422,9	176,5	2395,9	119,2	273,2	436
7) Lager / Technik / Archiv	20 Lager, Tech	558	4							
8) Saal	04 Sitzung	169	2	Hoch	253,6	435,2	582,7	82,1	283,1	290
9) Serverraum	21 Rechenzen	5	3	Gering	22,0	74,3	296,1	23,4	53,5	437
10) Nebenflächen	18 Nebenfläch	15	1	Hoch	211,3	83,7	2525,7	54,3	25,9	2.098

3.2 Beleuchtung

Nr. und Name	Std.-nutzung	Fläche	Nr. Beleuch-	Ist-Wert Zone (Endenergie)				Vergleichswert - gering		
		m²	tungsanlage	TEK-Bewert.	kWh/(m²a)	W/m²	h/a	kWh/(m²a)	W/m²	h/a
1) Einzelbüro Nord	01 Einzelbüro	463	1	Gering	17,7	12,4	1428,4	20,0	17,2	1.160
2) Saal-Vorraum	04 Sitzung	39	7	Sehr gering	0,3	5,8	59,4	1,8	15,6	118
3) Einzelbüro Süd	01 Einzelbüro	561	1	Gering	18,0	12,4	1457,0	20,0	17,2	1.160
4) Verkehrsflächen	19 Verkehrsflä	265	2	Hoch	15,9	8,8	1800,0	2,4	4,5	537
5) Foyer	19 Verkehrsflä	87	5	Mittel	8,5	14,2	598,0	2,6	4,5	575
6) WC, Sanitär	16 WC, Sanitär	76	6	Mittel	18,5	14,9	1246,4	3,5	9,0	390
7) Lager / Technik / Archiv	20 Lager, Tech	558	3	Hoch	3,6	6,1	593,6	1,3	3,0	423
8) Saal	04 Sitzung	169	4	Gering	0,7	9,4	71,0	0,7	15,6	43
9) Serverraum	21 Rechenzen	5	3	Sehr gering	19,9	6,1	3276,0	29,2	14,6	1.996
10) Nebenflächen	18 Nebenfläch	15	3	Hoch	1,9	6,1	308,2	1,1	3,0	365

2.6 Schema der Bewertung in 5 Energieaufwandsklassen

A	Sehr gering	Entspricht einem energieeffizienten Neubau, bei dem auch nicht wirtschaftliche Effizienztechniken eingesetzt werden.
B	gering	Entspricht etwa den Vergleichswerten nach EnEV 2009
C	mittel	Entspricht etwa den Vergleichswerten nach EnEV 2007
D	hoch	Entspricht etwa nicht modernisierten Bestandsgebäuden
E	Sehr hoch	Entspricht etwa nicht modernisierten Bestandsgebäuden mit offensichtlichen energetischen Defiziten

Überblick

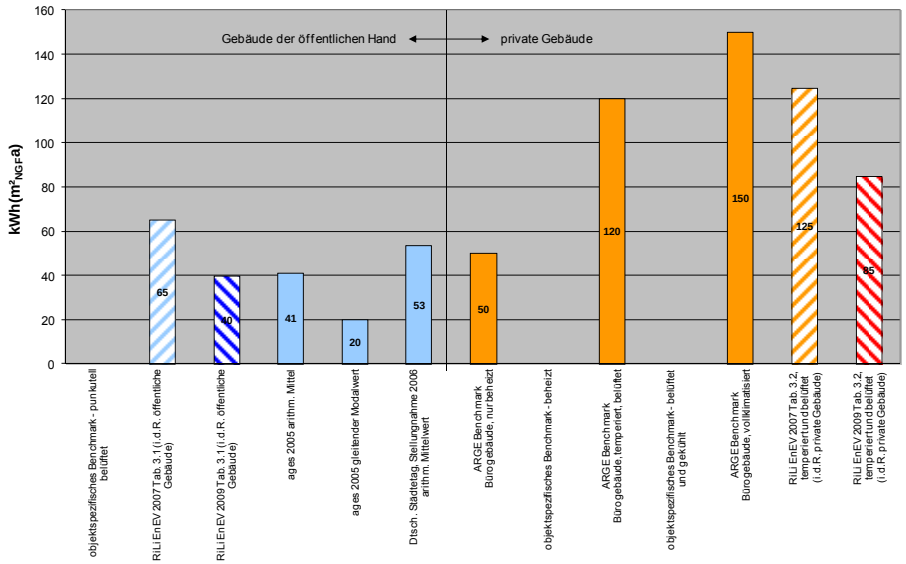
1 Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK)

2 Schwachstellenanalyse mit Teilenergiekennwerten

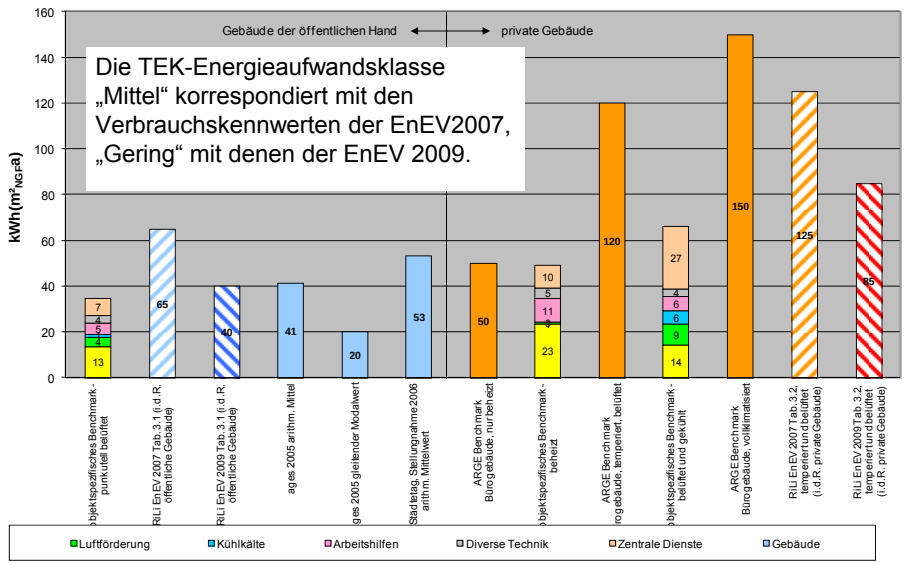
3 Objektspezifische Benchmarks

4 Verbrauchsstrukturanalyse

3.1 Gebäude-Benchmarks, aber welche?



3.2 Objektspezifische Benchmarks „Gering“ im Vergleich zu Gebäude-Benchmarks



3.3 Referenzkennwerte: TEK-Energieaufwandsklasse „Mittel“

Objektspezifische Referenzkenn-werte beschreiben den Energiebedarf mit einer für bestehende Gebäude typischen energetischen Effizienz. Dabei wird die gleiche Nutzung und Konditionierung wie beim zu bewertenden Gebäude angesetzt.
Die TEK-Energieaufwandsklasse „Mittel“ korrespondiert mit den Verbrauchskennwerten der EnEV2007.

$$e_{Ref,w} = e_{Ref,h,w} + e_{Ref,ww,w} + e_{Ref,c,w} + e_{Ref,hum,w}$$

$$e_{Ref,s} = e_{Ref,h,s} + e_{Ref,ww,s} + e_{Ref,l} + e_{Ref,v} + e_{Ref,c,s} + e_{Ref,hum,s} + e_{Ref,fac} + e_{Ref,ds} + e_{Ref,cs}$$

DGNB	Nutzungszonen	Hauptnutzung	Heizung	Warmwasser	Beleuchtung	Luftförderung	Kühlkälte	Arbeitshilfen
BBV ENV 2.1			kWh/(m²a)					
1	Einzelbüro	X	130,2	13,9	28,3	16,3	12,9	10,5
2	Gruppenbüro	X	132,0	13,9	25,5	16,3	12,4	10,5
3	Großraumbüro	X	137,3	13,9	31,9	24,4	15,9	15,0
4	Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	X	200,3	0,0	32,4	60,9	21,2	2,0
5	Schalterhalle	X	147,7	0,0	13,2	8,1	7,3	6,0
6	Einzelhandel/Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)	X	154,4	8,6	25,7	21,0	13,3	7,2
7	Einzelhandel/Kaufhaus (mit Kühlprodukten)	X	163,7	8,6	28,2	21,0	16,5	25,5
8	Klassenzimmer (Schulen)	X	143,0	35,9	7,6	22,5	11,7	4,0
9	Hörsaal, Auditorium	X	213,4	5,0	12,1	67,5	24,1	3,6
10	Bettenzimmer	X	198,5	178,7	48,5	54,6	19,4	8,8

3.4 Anwendung in DGNB-Zertifizierung Bestandsgebäude

- Zur Bewertung der aus Messungen ermittelten Energieverbräuche für Wärme und Strom werden die Verbrauchskennwerte der letzten drei Jahre gemittelt und auf den jeweiligen Referenzkennwert bezogen. Das Ergebnis wird als Verbrauchsindex $V_{index,s}$ für Strom bzw. $V_{index,w}$ für Wärme bezeichnet..

$$V_{index,s} = \frac{\sum_{i=1}^{3} e_{Vs,i}}{e_{Ref,s} \cdot 3} \cdot 100$$

$$V_{index,w} = \frac{\sum_{i=1}^{3} e_{Vw,i}}{e_{Ref,w} \cdot 3} \cdot 100$$

3.5 Bewertung

- Bei einem Verbrauchsindex von 100% werden dem Projekt 5 Bewertungspunkte zugeordnet. Der Grenzwert liegt bei einer Überschreitung um maximal 40%, ihm wird ein Punkt zugeordnet. Der Zielwert für die maximale Punktzahl wird bei einer Halbierung des Referenzwertes erreicht..

$$V_{index,s} = \frac{\sum_{i=1}^{3} e_{Vs,i}}{e_{Ref,s} \cdot 3} \cdot 100$$

$$V_{index,w} = \frac{\sum_{i=1}^{3} e_{Vw,i}}{e_{Ref,w} \cdot 3} \cdot 100$$

Bewertungspunkte	Zielwert 10		7,5			Referenz 5				Grenzwert 1
Verbrauchsindex Wärme	≤ 50 %		≤ 70 %			≤ 100 %				≤ 140 %
Verbrauchsindex Strom	≤ 50 %		≤ 70 %			≤ 100 %				≤ 140 %

Überblick

1 Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden (TEK)

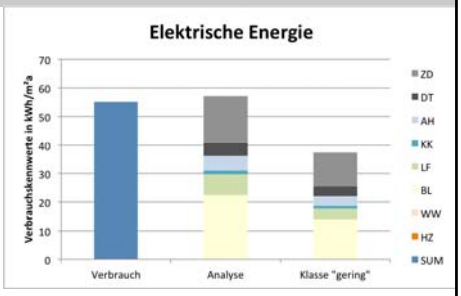
2 Schwachstellenanalyse mit Teilenergiekennwerten

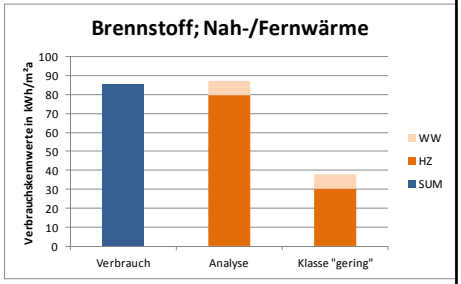
3 Objektspezifische Benchmarks

4 Verbrauchsstrukturanalyse (VSA)

4.1 Differenzierte Verbrauchsstrukturanalyse

- Entwicklung der Methodik einer Verbrauchsstrukturanalyse in Anlehnung an VDI 3807 Blatt 4 nach Nutzungszonen und Gewerken differenziert
  - Aktualisierung der Teilenergiekennwerte aus dem TEK-Projekt
  - Vervollständigung der Teilenergiekennwerte (Heizung, Warmwasser)
  - Abgleich mit dem Verbrauch
- Umsetzung in handhabbares Verfahren
  - Prototyp einer Excel-Arbeitshilfe zur Verbrauchsstrukturanalyse
  - Einsatz von Hilfsmitteln zur qualitativen Bewertung der Energieeffizienz für praktisch häufig vorkommende Systeme
- Erste Erfahrungen: Analyseaufwand von 2-3 Stunden pro Gebäude
- Ergebnis: Strategisches Einsparpotential
  - Vergleich mit Aufwandsklasse „Gering“
  - Priorisierung der Dringlichkeit der energetischen Modernisierung eines Einzelgebäudes in einem Portfolio





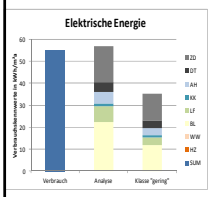
4.2 Werkzeug Verbrauchsstrukturanalyse

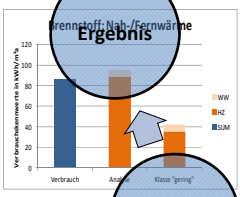
Angaben zum Gebäude		
Verwaltungsgebäude höherer technischer Ausstattung		
Gebäudekategorie der Liegenschaft	**BWZK**	**NGF**
(RiLI BMVBS)	RiLi	[m²]
Verwaltungsgebäude_mit_höherer_techn._Ausstattung	1320	7608

Gebäude

Ermittlung Teilenergiekennwerte Zonen			Flächen-anteil	Flächen-anteil nach BWZK
Nutzungen	Nr.	[m²]	%	
Hauptnutzflächen		4.347	57%	57%
Nebennutzflächen		1.373	18%	18%
Funktionsflächen		387	5%	5%
Verkehrsflächen		1.501	20%	20%
Gebäude (Nettogrundfläche)		**7.608**		

Ergebnis





Zonen

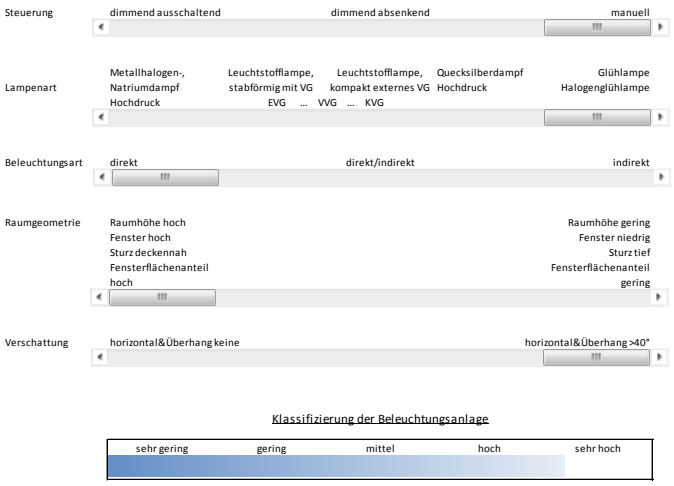
Nutzungen	Nr.	[m²]	%
Hauptnutzflächen		4.347	57%
Einzelbüro	1	3.261	75%
Großraumbüro (ab sieben Arbeitsplätzen)	3	217	5%
Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	4	435	10%
Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	4	435	10%

Kondition

Nutzung

Ermittlung Teilenergiekennwerte Zonen			Beleuchtung			Luftförderung			KK-Kühlkälte	
				Mittel			Mittel			
Nutzungen	Nr.	[m²]	% und Klasse	kWh/m²a		% und Klasse	kWh/m²a		kWh/m²a	
Hauptnutzflächen		4.347								
Einzelbüro	1	3.261	100%	Gering	19,1					
Großraumbüro (ab sieben Arbeitsplätzen)	3	217	100%	Mittel	31,9	100%	Mittel	33,9		
Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	4	435	100%	Sehr hoch	97,6					
Besprechung/Sitzungszimmer/Seminar	4	435	100%	Sehr hoch	97,6	100%	Mittel	84,6		

4.3 Qualitative Bewertungshilfen



5.1 Fazit

IWU Institut Wohnen und Umwelt

- Teilenergiekennwerte können transparent und nachvollziehbar definiert werden.
- Der Vergleich mit statistisch ermittelten, mittleren Verbrauchskennwerten verschiedener Gebäudekategorien liefert plausible Ergebnisse.
- Objektspezifische Besonderheiten von Gebäuden können sinnvoll abgebildet werden.
- Anwendungsgebiete sind die Schwachstellenanalyse, objektspezifische Benchmarks und die Verbrauchsstrukturanalyse.
- Der Analyseaufwand ist höher als der heute übliche Vergleich mit mittleren Verbrauchskennwerten, aber deutlich geringer als eine Bedarfsberechnung.
- Eine Inaugenscheinnahme vor Ort ist erforderlich.