



## Energiebezugs- und Potenzialanalyse für Zweckgebäude

*M.Eng. Jörg Bauer, Prof. Dr.–Ing. Ingo Kunold, M.Eng. Erich Grundmann*

## Ziel:

- Analyse des Energiebezugs von Zweckbauten nach Last-Kategorien
- Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz identifizieren
- Beispiel Bürogebäude der FH Dortmund, Sonnenstrasse

## Grundgedanken:

- Bürogebäude mit homogener Ausstattung
- Definierte Arbeitszeiten
- Einfache Beschreibung, Skalierung

## Lösungsansatz:

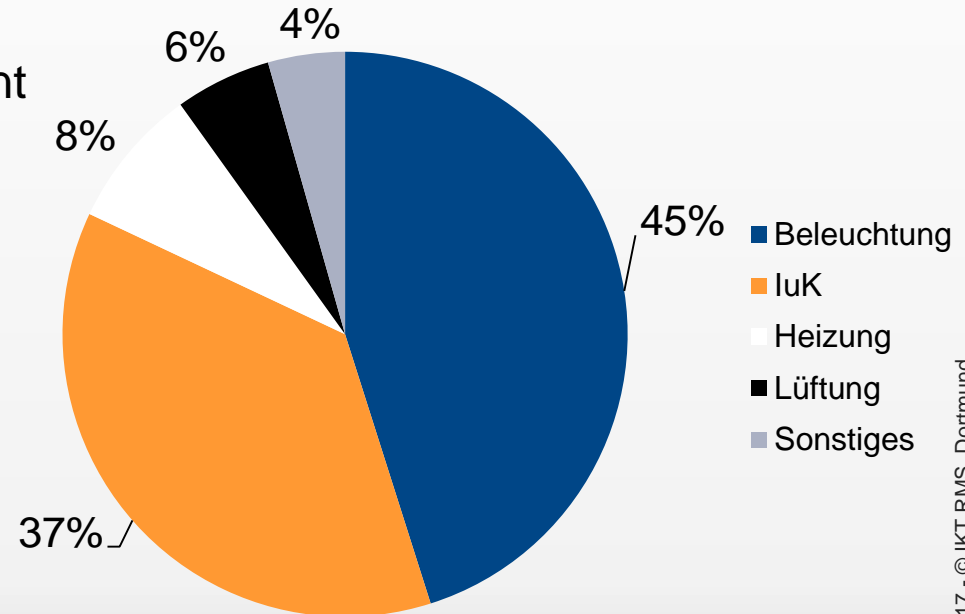
- Umsetzung des Verfahrens auf der Basis von Smart Metering unter Verwendung einer geringen Anzahl bekannter, gemessener bzw. geschätzter Parameter
- Mathematisches Modell auf der Basis der Gebäudestruktur und Kennzahlen zur energetischen Beschreibung und Beurteilung von Zweckbauten.
- Kategorisierung der Energiebezüge
- Variable Anzahl von Kennzahlen

## Randbedingung:

- Smart Metering: i.d.R. nur 1 Messpunkt / Gebäude

# Elektrischer Energiebedarf nach Kategorien in Bürogebäuden bezogen auf ein Jahr

- Gemittelter Bezug ohne Zeitverlauf
- Grundlast vs. Tagesprofil zu berücksichtigen
- Zeitliche Profile über Smart Metering
- Verfügbarkeit von Energiemanagement prüfen



Quelle:  
Schlussbericht zum Projekt „Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013“

## Einflussgrößen:

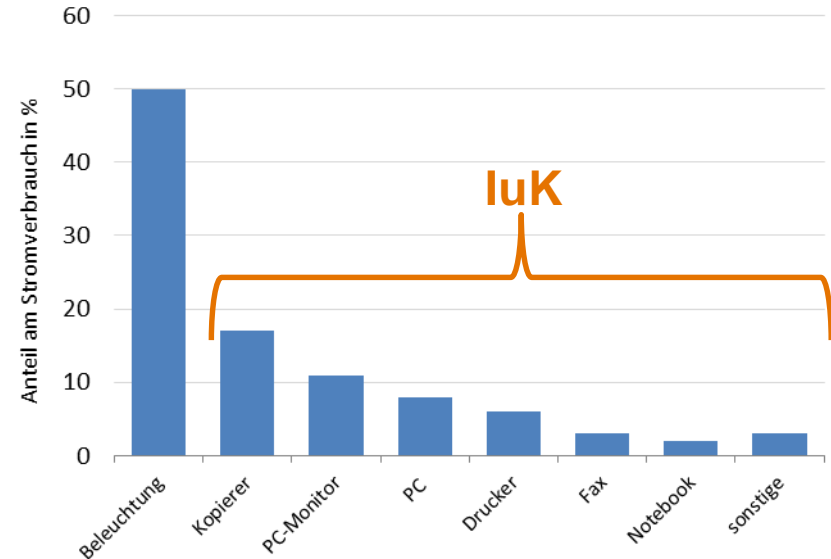
Bestimmung eines typischen Arbeitsplatzes

- Geräte und deren Anzahl
- Gerätezustand, jeweilige Leistung und Betriebsdauer

Ermittlung des mittleren Energiebedarfs:

- für die Dauer eines Zustandes eines Gerätes
- für ein Gerät
- für alle Geräte an einem Arbeitsplatz
- für alle Arbeitsplätze

Arbeitszeitabhängiger Betrieb der Geräte



Verteilung des mittleren Energiebedarfs der Bürogeräte

Quelle: [https://www.proklima-hannover.de/downloads/Unternehmen/Gewerbebrochueren/GewerbeInfos\\_Bueros\\_Verwaltung.pdf](https://www.proklima-hannover.de/downloads/Unternehmen/Gewerbebrochueren/GewerbeInfos_Bueros_Verwaltung.pdf).

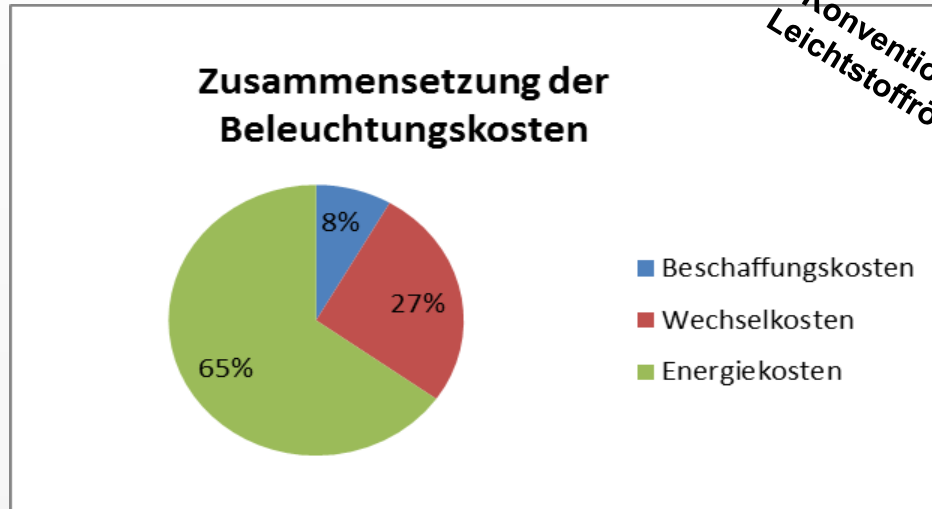
- 220 Arbeitstage, 0,30 €/kWh
- Laptop Standard (1) vs. Laptop Effizient (2)

Phase	Dauer [h]	Leistungsaufnahme [W]		Bezogene Energie/Jahr [kWh]		Ersparnis /Jahr /MA[€]
		Standard	Effizient	Standard	Effizient	
<b>Aus</b>	15,5	0	0	0,00	0,00	
<b>Normal</b>	5,85	22	11	28,33	14,22	
<b>Standby</b>	2,55	1	0,7	0,66	0,44	
<b>Volllast</b>	0,1	45	25	1,00	0,66	
<b>Gesamt</b>	24	5,77	2,99	29,99	15,11	



Berücksichtigung von Betriebsdauer und Energiemanagement erforderlich.

- 1) Fujitsu Lifebook S760 (2008)
- 2) Lenovo T440p (2015)



*Konventionelle  
Leuchtstoffröhren*

Quelle: Osram

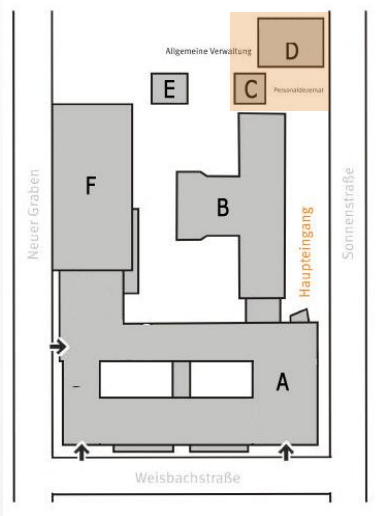
Modell	Technologie	Länge	Leistung	Lichtstrom	Lichtausbeute	Lebensdauer	Preis
	-	cm	Watt	Lm	Lm/W	h	€
Philips TL-D 58W 865 Super 80 (MASTER)	Leuchtstoff	150	58	5000	86	20000	1,74
Philips LEDtube HO 23W 865 150cm (MASTER)	LED	150	23	3100	135	50000	18,37

*LED-Technik*

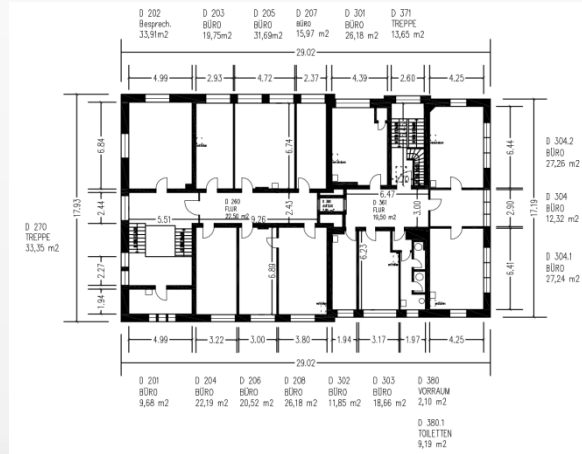
- Verwaltungsgebäude am FH-Standort Sonnenstrasse
- 3 Vorgehensweisen zur
  - parallelen Erprobung
  - gegenseitigen Validierung



## Raumverteilung und Ausstattung Bürogebäude

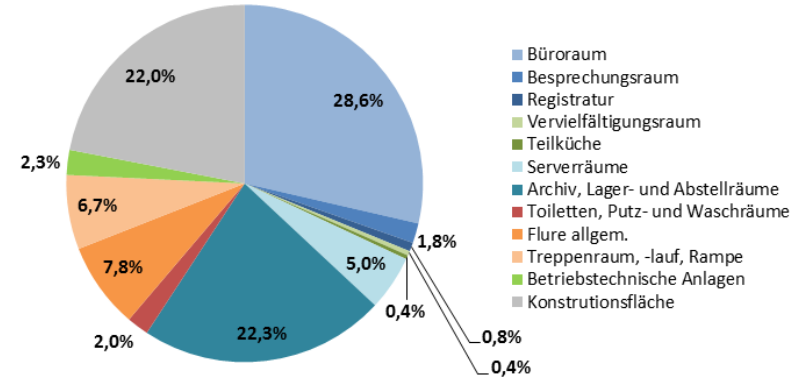


Lageplan FH-Dortmund  
Sonnenstraße



Grundriss Bürogebäude-Etage

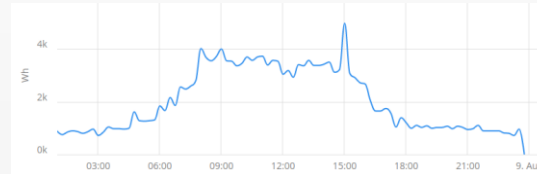
Geb. C, D - Flächenanteile



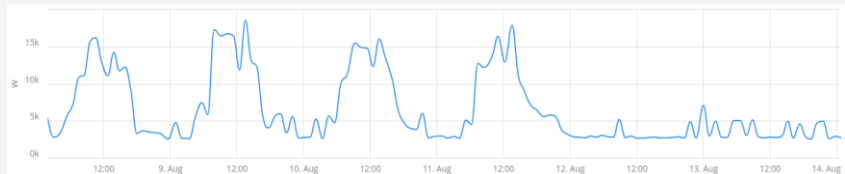
## Ermittlung relevanter Kenngrößen

- Mittlere Grundlast
- Grundlast-Abweichungen
- Mittlere Wirkleistung Betriebszeit
- Profile durch Smart Metering
- **Betrachtung auf Jahresbasis**
  - Saisonale Schwankungen
  - Änderung des Verbraucherverhaltens

Verwaltungsgebäude FH Dortmund: Momentane Wirkleistung



Tageslastprofil



Wochenlastprofil

# Softwaregestützte Parameter-Erfassung für das modellbasierte Verfahren

Gebäude + x

OK Neu Löschen

Name  
FH DO (Geb. C, D)

Gebäudetyp  
Verwaltungsgebäude

Jahresenergiebezug  
83525,00 [kWh]

Anzahl der Beschäftigten  
77

Netto-Grundfläche  
2830,00 [m<sup>2</sup>]

Flächenarten und Verhältnisse

Hinzufügen Anlegen Verbergen

Nutzungsfläche Erweitert

Verkehrsfläche Erweitert

Technische Funktion Erweitert



Raumnutzungsprofil + x

OK Neu Löschen

Arbeitsplatz  
Büroarbeitsplatz Erweitert

Arbeitszeit  
Büro-Vollzeit Erweitert

Beleuchtung  
Konventionell Erweitert

Räumliche Eigenschaften

Gebäudenutzung  
Standardbüro Erweitert

El. Bewertungsleistung  
11,57 [W/m<sup>2</sup>]



Räumliche Eigenschaften + x

OK Neu Löschen

Gebäudenutzung  
Standardbüro

Raumindex  
1,50

Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe  
0,80

Tageslicht-Minderungsfaktor  
0,35

Beleuchtungstyp  
Arbeitsplatzbereich



Beleuchtung + x

OK Neu Löschen

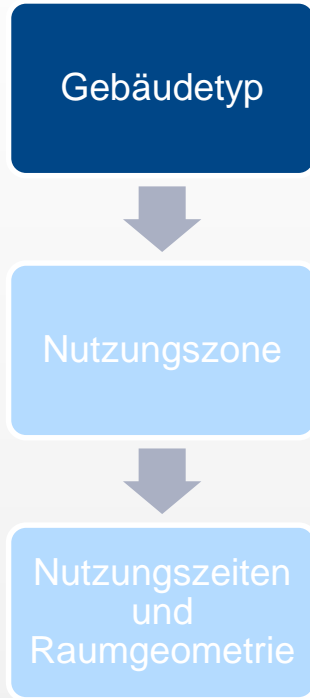
Vorschaltgerät  
EVG (elektronisch) Erweitert

Leuchtmittel  
TL-D 36W/840 Erweitert

Leuchter  
Lamellenraster Erweitert

Wartungsfaktor  
0,67

## Gebäudetyp nach Bauwerkszuordnungskatalog bestimmen



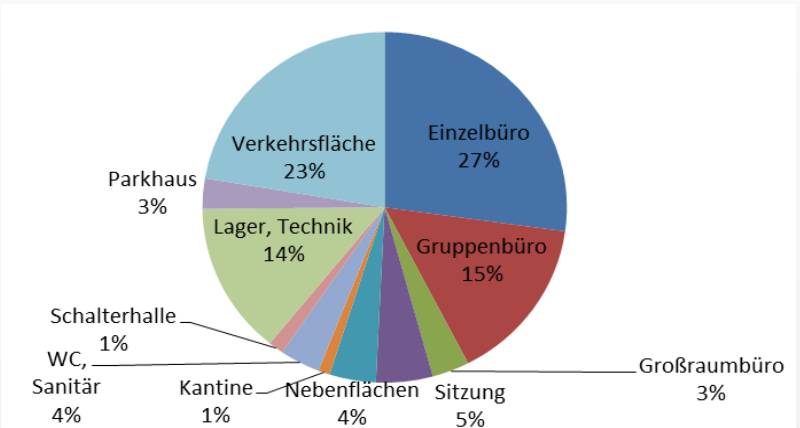
BZK	Bauwerkszuordnungsname
1300	Verwaltungsgebäude
3600	Pflegeheime
6100	Wohnhäuser
6120	Doppel- und Mehrfamilien
6200	Wohnheime
6210	Altenheime
6240	Behindertenwohnheime
6700	Verpflegungseinrichtungen
6710	Gaststätten, Raststätten
6720	(Betriebs-) Kantinen
6720	Mensen
7500	Betriebs- und Werkstätten
7520	Behindertenwerkstätten
7800	Zentrale Wirtschaftsgebäude
7830	Zentralküchen u. Kantinen



## Bestimmung der Nutzungszonen und deren Anteile eines Gebäudes nach DIN 18599

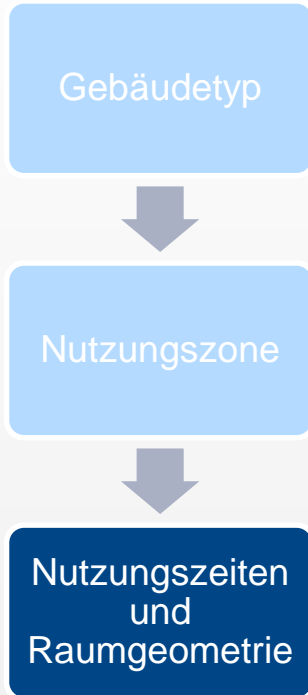
Einzelbüro
Gruppenbüro (zwei bis sechs Arbeitsplätze)
Großraumbüro (ab sieben Arbeitsplätze)
Besprechung, Sitzung, Seminar
Schalterhalle
Hörsaal, Auditorium
Kantine
Küche – Vorbereitung, Lager
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden
Sonstige Aufenthaltsräume
Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)
Verkehrsflächen
Lager, Technik, Archiv
Rechenzentrum
Parkhäuser (Büro- und Privatnutzung)
Labor

## Durchschnittliche Aufteilung der Nutzungszonen in einem Verwaltungsgebäude

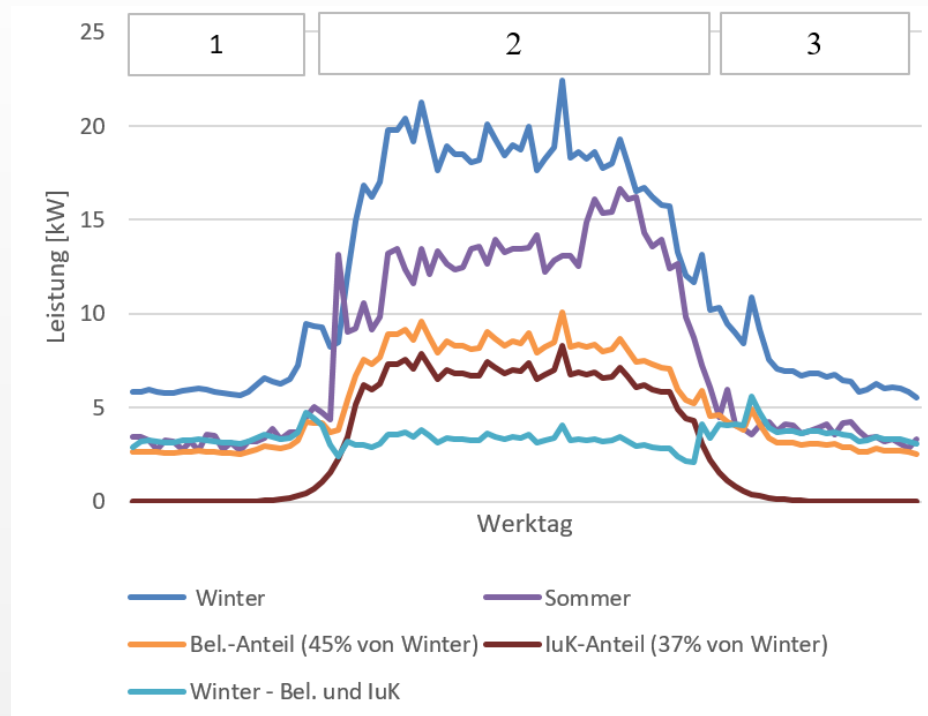


Quelle: IWU Michael Hörner, „Nichtwohngebäude im Bestand - eine Querschnittsanalyse,“ Darmstadt.

## Richtwerte Nutzungsrandbedingungen für Nichtwohngebäude nach DIN V 18599-10 (Beispiel Einzelbüro)



Nutzungs- und Betriebszeiten									Beleuchtung						
Nutzung Beginn	Nutzung Ende	tägliche Nutzungsstunden	jährliche Nutzungstage	jährliche Nutzungsstunden zur Tagzeit	jährliche Nutzungsstunden zur Nachtzeit	tägliche Betriebsstunden RLT und Kühlung	jährliche Betriebstage für jeweils RLT, Kühlung und Heizung	tägliche Betriebsstunden Heizung	Wartungswert der Beleuchtungsstärke	Höhe der Nutzenebene	Minderungsfaktor Bereich Sehaufgabe	Relative Abwesenheit	Raumindex	Teilbetriebfaktor der Gebäudebetriebszeit für Beleuchtung	Anpassungsfaktor zur Beleuchtung vertikaler Flächen
-	-	$t_{\text{nutz,d}}$	$d_{\text{nutz,a}}$	$t_{\text{Tag}}$	$t_{\text{Nacht}}$	$t_{v,op,d}$	$d_{op,a}$	$t_{h,op,d}$	$E_m$	$h_{Ne}$	$k_A$	$C_A$	$k$	$F_t$	$k_{VB}$
Uhr	Uhr	h/d	d/a	h/a	h/a	h/d	d/a	h/d	lx	m					
07:00	18:00	11	250	2543	207	13	250	13	500	0,8	0,84	0,3	0,9	0,7	1



- Datenbank-gestütztes Tool auf Basis
  - von Kennzahlen
  - und Smart Metering
- Modellhafte Abschätzung des kategorisierten Energiebedarfs von Zweckgebäude
- Frühzeitige Abschätzung von Einsparpotenzialen
- Energiebezug Beleuchtung\*: Modell vs. Begehung 2% Abweichung
- Gesamtenergiebezug\*: Modell vs. Smart Metering 10% Abweichung

\* Bezogen auf ein Jahr



- Berücksichtigung saisonaler Variation (Winter Beleuchtung, Sommer IT-Kühlung)
- Integration von Fotovoltaik, BHKW, etc.
- Prediktion von Energiebezügen unter zusätzlicher Berücksichtigung von Witterungseinflüssen
- Erweiterung des Tools für Wärmebedarfsermittlung nach dargestelltem Prinzip



Quelle: Hans Blossey, Forschungslinie Licht\_Raum, FH Dortmund

*Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!*