

Energy Efficiency in Non Residential Buildings Benchmarking

- Stromverbrauchskennwerte-
Erläuterungen zur
VDI Richtlinie 3807/ Blatt 4



Referent: Rüdiger Lohse

Inhalte

- 1) Hintergründe
- 2) Aufbau
- 3) Wesentliche Methodik
- 4) Hinterlegte Daten
- 5) Beispiel





Rüdiger Lohse

Dipl. Wirtschaftsingenieur

- 1990 – 1995 Abteilungsleiter Wärme- und Energiedienstleistungen Stadtwerke Waiblingen
- seit 1995 Bereichsleiter "Dezentrale Anlagen", Energiemanagement, Contracting, Konzepte bei der KEA
- 2002- 2007: StV. Obmann VDI 3807 Blatt 4
- bis 2005: ca. 50 Contracting- und Einsparcontractingprojekte entwickelt begleitet und umgesetzt
- derzeit: Projektleitung größtes Einsparcontractingprojekt in Freiburg (HBA);IKEC in Lörrach,Weil,Denzlingen und ESC in Ettlingen



■ **Hintergrund:**

- **Strompreissteigerungen** seit 1/ 2005: 36 % !!!!
- **Realmarge Tarifstrom**: 10 ct/kWh (Quelle: FAZ 5.12.2007)
- Steigende **Nachfrage** nach Energie Audits
- Energie Audits / Energieverbrauchsanalysen
 - Bewertung des Elektrizitätsverbrauchs komplexer Liegenschaften
 - **Qualität** von EAudits im Strombereich häufig fragwürdig



- **Postulate moderner nachhaltiger Planung:**
 - Keine Planung ohne Betriebskostenprognose
 - Nachhaltige Planung → Bewertung der Betriebsphase
 - Analyse von Bestandsverbrauchsdaten hat Schlüsselfunktion für Sanierungsvorhaben
 - Passivhausbauweise erfordert in Nichtwohngebäuden Gebäudesimulation auf Basis TRNSYS



- **Postulate moderner nachhaltiger Planung:**
 - Wärmeeinsparkonzepte kann (fast) jeder
 - Zunehmende TGA insbesondere RLT Anforderungen machen die Wärme zum Nebenkriegsschauplatz
 - Künftige Planungen müssen Primärenergiebilanzen prognostizieren können



- Motiv:
 - Grundlage für strukturierte Energie Audits mit dem Schwerpunkt Stromverbrauch in Liegenschaften mit komplexen Stromanwendungen
 - Vereinheitlichung von Rechenansätzen bei der Bewertung des Stromverbrauchs insgesamt und von Teilstromverbrauchswerten
 - Anlehnung an: SIA 380/4 und LEE (Leitfaden Elektrische Energie des Landes Hessen 2001)



■ **Methodik:**

- Erstbewertung des Gesamtstromverbrauchs anhand der VDI 3807 Blatt 2 (Globalkennwerte)
- Komplexe Stromanwendungen können **kaum** anhand Globalkennwerten bewertet werden
- Unterteilen des Gesamt- Stromverbrauchs in **wesentliche** Bestandteile (Teilverbrauchswerte)
- Bewerten des **Teilverbrauchswerte** anhand **Teilverbrauchskennwerten**
- Hochrechnen von Einsparpotentialen anhand von **Teilverbrauchskennwerten**



- **Gliederung der neuen Richtlinie 3807 Blatt 4**
 - Kapitel 1+ 2: Vorbemerkung / Begriffe
 - Kapitel 3 Analyse und Bewertung des elektr. Verbrauchs von Liegenschaften anhand des Teilkenwerteverfahrens (METHODIK)
 - Kapitel 4: Kennwerte für Teilbereiche
Beleuchtung, Luftförderung, Klimakälte, Zentrale Dienste und diverse Technik
 - Kapitel 5: Beispiele

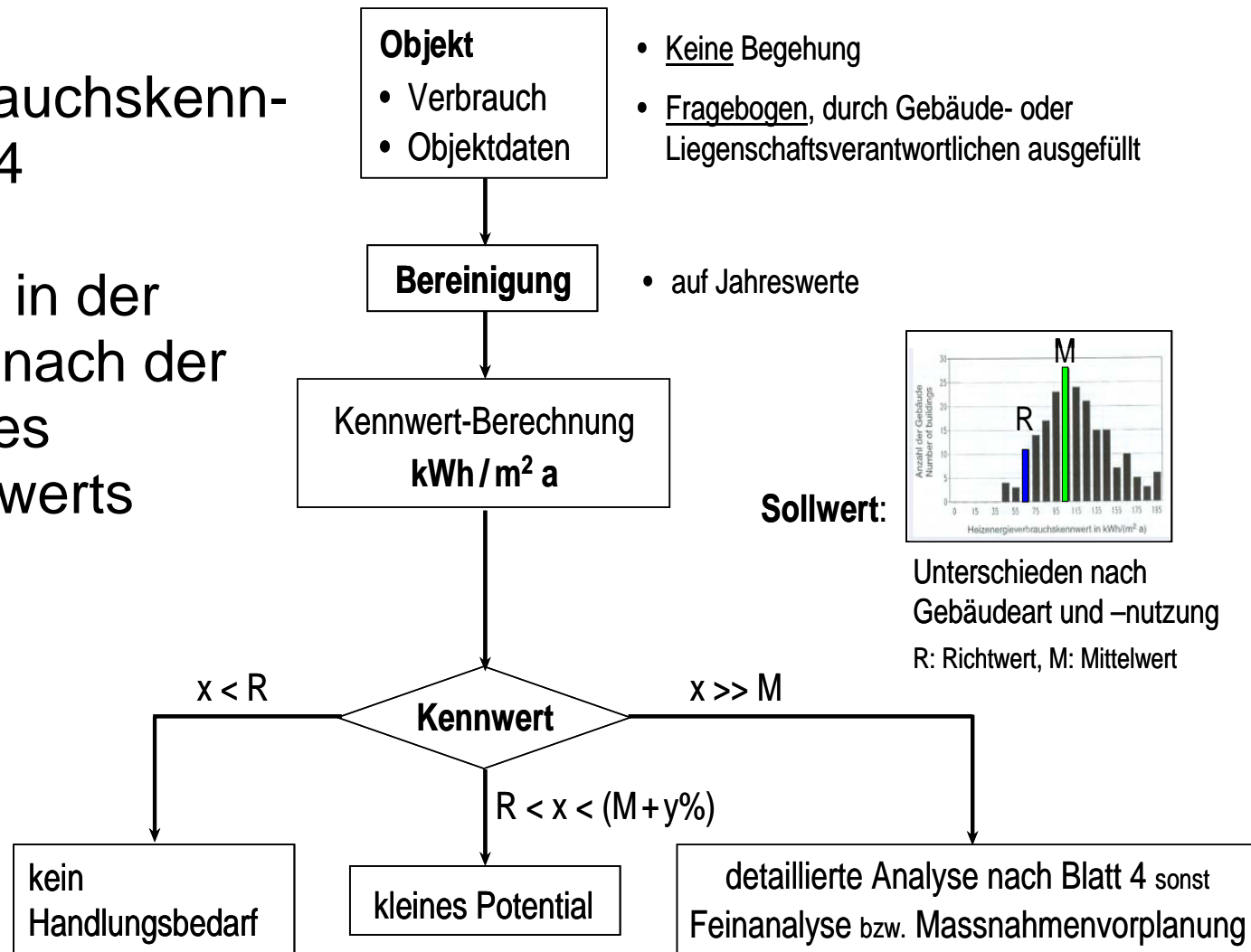


KEA

- **Vorgehensweise bei der Grobanalyse nach Blatt 2:**
- **Gesamtkennwerte bilden**
- **Verbraucherstruktur des Gebäudes erfassen**
- **Aktionsradius: Grüner Tisch oder ggf. Kurzbegehung**

VDI 3807 Stromverbrauchskenn- werte Blatt 4

Einordnung in der
Systematik nach der
Bildung eines
Globalkennwerts





Messkonzept zur Beurteilung des energetischen Effizienz eines Gebäudes

- **Schlüsselmessgrößen** für die Verbrauchsüberwachung
 - **Hauptzähler** Gebäude:
 - Verbrauch Gas, Öl, Fernwärme, Elektrizität, Wasser, ...
 - Ist nur ein Liegenschaftszähler vorhanden, ist eine aussagekräftige Beurteilung des Verbrauchs der Einzelgebäude nicht möglich.
 - **Unterzähler:**
 - Gas für Kraft-Wärme-Kopplung
 - Elektrizität für Wärmepumpe(n), grosser Verbraucher, Elektrowärme
 - Wärme für Absorptionskälte, Trinkwarmwasser, RLT-Anlagen, Sondernutzungen wie Wäschereien, Küchen, ...
 - Kälte, Dampf, Wasser für Befeuchtung, ...
 - **Aussentemperatur** für die Heizgradtagbereinigung
Verlässlicher als lokal gemessene Werte sind Werte vom Wetterdienst



Messkonzept zur Beurteilung des **energetischen Effizienz eines Gebäudes**

- **Zusatzmessgrößen** für die Verbrauchsüberwachung und Betriebsoptimierung
 - **Betriebsstunden**
 - Brennerstufen, andere Wärmeerzeuger, Ventilatoren, Kältemaschinen, ...
 - Pumpen (Kesselkreis, Hauptvorlauf, Heizgruppen, Speicherladung, Zirkulation, Luftherhitzer, ...). Kälte sinngemäss.
 - Handbetrieb, Störung, Zeit mit Rauchgaskondensation bei Brennwertkesseln, ...
 - **Impulse**: Anzahl Starts \Rightarrow Laufzeit pro Start, Störung, Handbetrieb, ...
 - **Stellsignale**: Regelventile, Absperrventile (Mehrkesselanlagen), ...
 - **Temperaturen**
 - Mittelwert: Vorlauftemperaturen (Heizkreise, Wärmepumpen, WKK, ...)
 - Maximum: Kesselwassertemperatur, Hauptvorlauf, Speicher, Rücklauf bei Brennwertkesseln, Fernwärme
 - Minimum: Speicher (Legionellen), Rücklauf: Brennwertkesseln, Fernwärme
 - fixe Zeit: Raumtemperatur um 07.30 (Arbeitsbeginn), 11.30, 18.00 Uhr



Messkonzept zur Beurteilung des energetischen Effizienz eines Gebäudes

- **Verdichtung der Daten**

- **Tageswerte**

- Summen- u/o Mittel- u/o Höchst- u/o Tiefstwerte

- **Alarmer**

- Verletzung eines Budget, Handbetrieb, Sicherheit, ...

- **15-Minuten-Werte**

- In Zusammenhang mit Elektrizität

- **Initialoptimierung und Fehlersuche**

- Abtastintervall abhängig von der Systemzeitkonstanten

- Messdauer 10 Tage bis 2 Wochen. Ev. Ringbuffer einrichten

- **Archivierung der Daten**

- Nur diejenigen Daten sammeln und archivieren, die auch ausgewertet werden (keine Daten auf Vorrat sammeln).

- Dauermessung nur bei Haupt- und Unterzählern

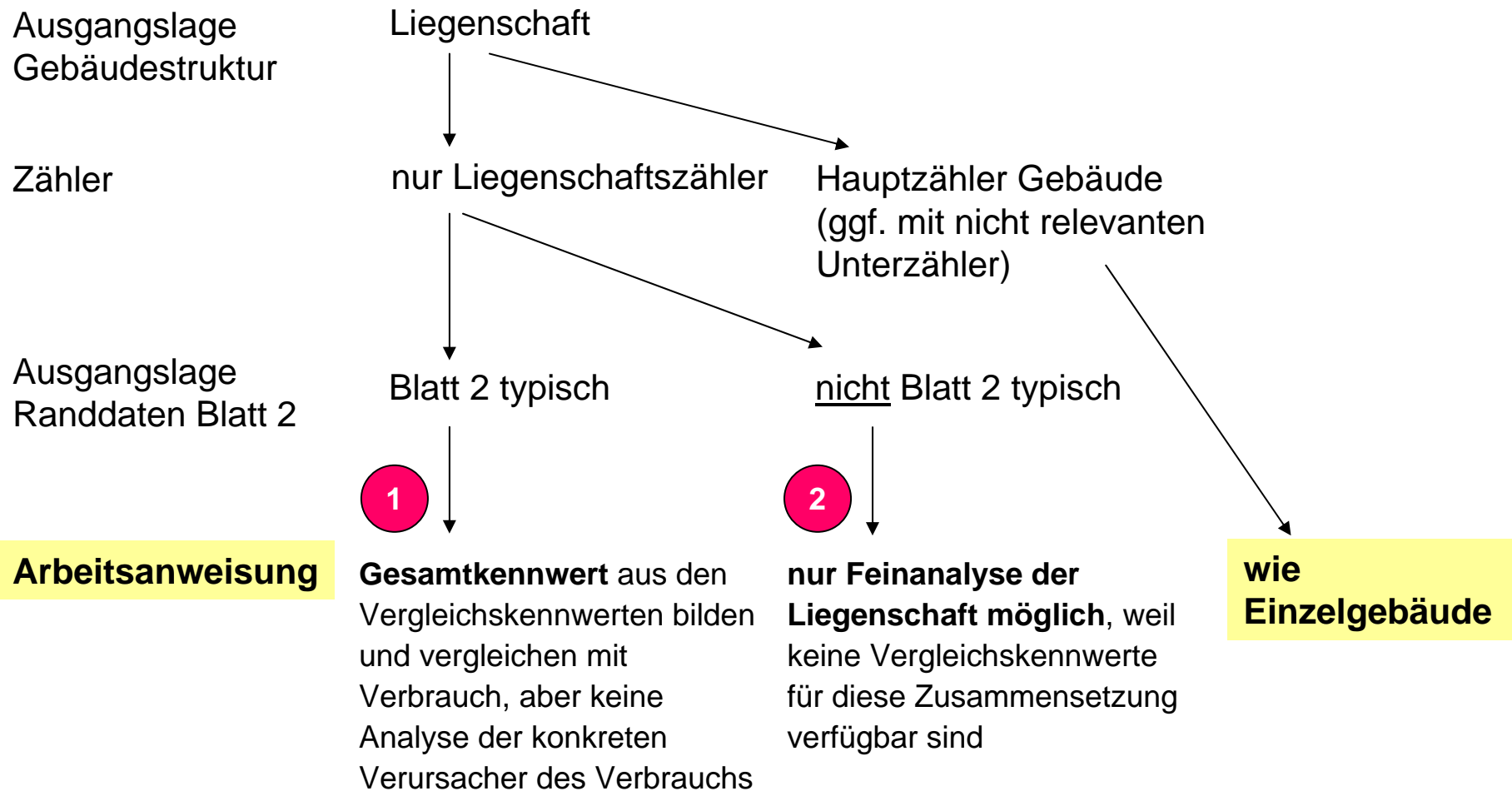


Auswertemöglichkeiten in Abhängigkeit von Randbedingungen, Nutzung und Messtechnik

Randbedingungen entsprechend Blatt 2	Nutzung	Messtechnik		Vergleich mit Blatt 2	Nutzungsgrad ermittelbar	Teilkennwerte ermittelbar
		relevante Unterzähler	Monatswerte Jahreswerte			
typisch	homogen	relevante Unterzähler	Monatswerte	möglich	möglich	möglich
			Jahreswerte		eingeschränkt	
		nur Hauptzähler	Monatswerte		möglich	gegebenenfalls rechnerisch
			Jahreswerte		eingeschränkt	
	heterogen	relevante Unterzähler	Monatswerte	eingeschränkt	möglich	möglich
			Jahreswerte			
	nur Hauptzähler	Monatswerte	gemittelter Referenzwert	möglich	gegebenenfalls rechnerisch	
		Jahreswerte	eingeschränkt			
atypisch	homogen	relevante Unterzähler	Monatswerte	eingeschränkt	möglich	möglich
			Jahreswerte		eingeschränkt	
		nur Hauptzähler	Monatswerte		möglich	gegebenenfalls rechnerisch
			Jahreswerte		eingeschränkt	
	heterogen	relevante Unterzähler	Monatswerte	eingeschränkt	möglich	möglich
			Jahreswerte			
	nur Hauptzähler	Monatswerte	—	möglich	gegebenenfalls rechnerisch	
		Jahreswerte	—	eingeschränkt		



Liegenschaften – Vorgehensweise bei der Analyse





1 Liegenschaft

nur **Liegenschaftszähler**, Blatt 2 typisch

⇒ **Gesamtkennwert** aus den Vergleichskennwerten bilden und vergleichen.
Keine Analyse der konkreten Verursacher des Verbrauchs



A₁

Verwaltungsgebäude



A₂

Gerichtsgebäude

E_{HL} Heizenergieverbrauch der Liegenschaft
HGT-bereinigt [kWh]

$$e_{HL} = \frac{E_{HL}}{A_1 + A_2} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ a}]$$

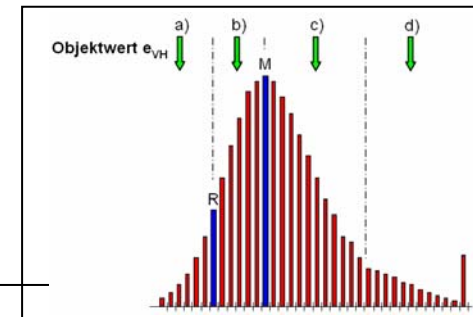
$$e_{\text{Ref R}} = \frac{e_{1R} \cdot A_1 + e_{2R} \cdot A_2}{A_1 + A_2} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ a}]$$

Kennwerte nach VDI 3807 Blatt 2

e₁ = für **Verwaltungsgebäude**
(Modalwert M bzw. Richtwert R)

e₂ = für **Gerichtsgebäude**
(Modalwert M bzw. Richtwert R)

Beurteilung:





- Im Folgenden sind die unterschiedlichen Kennwerte nochmals aufgeführt:
- **Kennwert elektrische Energie (eV)**
- Auf die Netto-Grundfläche bezogener, jährlicher GESAMT- Verbrauch elektrischer Energie eines Gebäudes
- Dieser Kennwert entspricht dem GLOBAL-. Kennwert

$$e_v = \frac{E_v}{A_{NGF}}$$

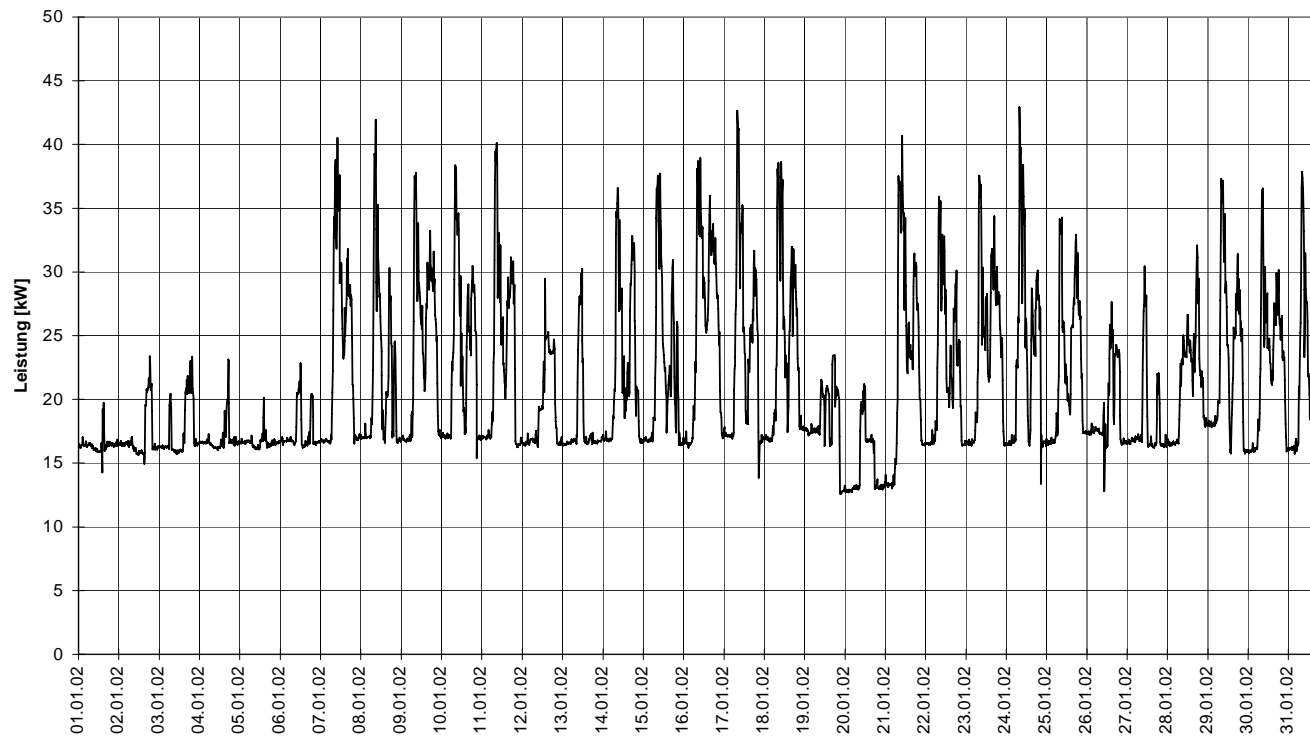


KEA

- **Vorgehensweise bei der Grobanalyse nach Blatt 2:**
- **Normierte Rechnungslegung mit Schnittstellen zur EDV seit 11/2007**
- **Damit Möglichkeit der einfachen Lastganganalyse**

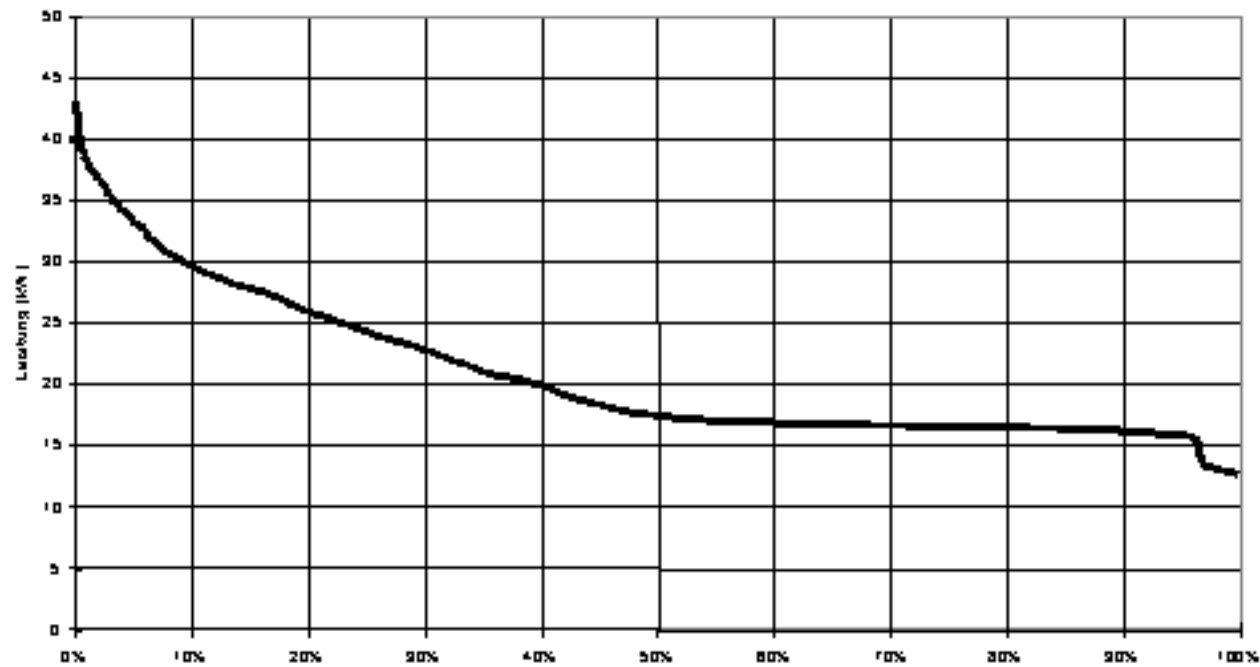


- **Lastgang**
- In der Elektrotechnik üblicherweise der zeitliche Verlauf der ¼-Stunden-Mittelwerte der elektrischen Leistung über eine Zeitperiode, z.B. Tag, Woche, Monat oder Jahr.





- **Dauerlinie**
- ¼-Stunden- Mittelwerte der elektrischen Leistung nach ihrer Größe absteigend sortiert.
- Analyse der Benutzungsstunden





- **Wann geht es weiter mit Blatt 4?**
 - Wenn Stromverbraucherstruktur zu komplex
 - D.h. in allen Bürogebäuden
 - Wenn Untermessungen existieren bzw. ohne größeren Aufwand möglich
 - Der Kunde bereit ist Geld für vor- Ort- Analyse zu zahlen
 - Aufwand rund 1 €/m² für Verwaltungsgebäude > 5.000 m²



- **Wie geht es weiter mit Blatt 4?**
 - Aufteilung **Verwendungszwecke** und **Nutzungszonen**
 - Erhebung **wesentliche Leistungswerte**
 - Abschätzung **Betriebsstunden** → Verbrauch
 - Generieren von **Vergleichskennwerten**
 - **Prognose von Einsparpotentialen** anhand von Grenz- und Zielwerten



- **1. Schritt: Welche Verwendungszwecke (Vz) finde ich in meinem Gebäude?**
- Es werden die in der folgenden Tabelle aufgeführten sieben Verwendungszwecke unterschieden. Weitere, keinem der aufgeführten Verwendungszwecke zuzuordnende, Einsatzbereiche können bei Bedarf separat aufgeführt oder unter „Sonstige Verbraucher“^{““} zusammengefasst werden.



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4

1. Schritt: Verwendungszwecke

Verwendungszweck	typische Elektrizitätsverbraucher
Beleuchtung (BL)	Raumbeleuchtung, Arbeitsplatzbeleuchtung, Dekorations- und Akzentbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung, Außenbeleuchtung etc.
Lüftung (LF)	Zuluft- und Abluftventilatoren, Antriebe der Wärmerückgewinnung, Umwälzpumpen für WRG, Luftheritzer, Antriebe für Befeuchtung etc. [UL1]
Klimakälte (KL)	Kompressoren und sonstige Antriebe von Kältemaschinen, Ventilatoren und Umwälzpumpen für Kälteversorgung und Rückkühlsysteme etc.
Betriebseinrichtung (BE)	steckbare elektrische Geräte, (ohne Beleuchtung und Lüftung/Klimatisierung) z.B.: Personal-Computer, Bildschirme, Drucker, Kopierer, Faxgeräte, sonstige Büromaschinen, Telekommunikations-einrichtungen, Kleingeräte in Gewerbe und Industrie, Haushaltsgeräte, Projektoren und Fernsehgeräte, Ladeneinrichtungen, Kleingeräte in Krankenhäusern etc.
Zentrale Einrichtungen (ZE)	EDV-Zentrale, Küche, Schwachstromanlagen, Werkstatteinrichtungen etc.
Diverse Technik (DT)	Aufzüge, Hilfsenergie Heizung (Pumpen, Brenner, Regelung) etc.
Elektrowärme (EW)	Elektrische Energie für dezentrale Heizzwecke und dezentrale Brauchwarmwasserbereitung. Außer wenn diese separat abgerechnet werden:



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4- 2. Schritt Nutzungszone

- **Welche Nutzungszonen (Nz) finde ich in meinem Gebäude?**
Teilflächen eines Gebäudes, die sich durch ihre Hauptnutzung bzw. wesentliche Komfortmerkmale voneinander unterscheiden, wie z.B. Büro, Verkauf, Restaurant, Parkhaus etc. oder belüftete Fläche, Nutzfläche mit Tageslicht etc. Bei Bedarf können Nutzungszonen weiter differenziert werden. (vgl. Abbildung 2-2)

Nutzungsbedingungen

- Parametern bzgl. Nutzung und Komfort (z.B. Beleuchtungsstärken, Raumtemperaturen, Außenluftvolumenstrom, Wärmelasten etc.), baulichen Verhältnissen (z.B. Tageslichtnutzung) sowie Nutzungszeiten als Grundlage zur Bestimmung von spezifischen Energieverbräuchen



KEA
1
2

Einzelbüro

Gruppenbüro

Großraumbüro

Sitzungszimmer

Schalterhalle

Verkauf ohne Kühlprodukte

Verkauf mit Kühlprodukten

Warenhaus, Einkaufszentrum

9.1 Klassenzimmer (Realschule, Gymnasium)

9.2 Klassenzimmer (Grundschule)

9.3 Fachklassenraum

10 Hörsaal (Hochschule, Universität)

11 Bettenzimmer (2 Betten, Krkh., Pflegeheim)

12 Hotelzimmer (Doppelzimmer)

13 Kantine

14 Restaurant

15 Küche zu Kantine

16 Küche zu Restaurant

17 Werkstatt / Labor

18 WC

19 Verkehrsfläche (Flur)

20 Lager (Technik; Archiv)

21 Parkhaus (Büro- und Privatnutzung)

www.kea-bw.de 22

Parkhaus (öffentliche Nutzung)



- **Schritt 3: Flächen: Brutto-Grundfläche (ABGF)**
- Summe der Grundflächen aller Grundrissebenen eines Gebäudes mit Nutzungen nach DIN 277-2:2005-02, Tabelle 1
- Nicht zur Brutto-Grundfläche gehören: nicht nutzbare Dachflächen
- Die Brutto-Grundfläche gliedert sich in Netto-Grundfläche und Konstruktions-Grundfläche (Wände außen und Wände innen)
- Beachten: Bezugsfläche für Energiekennwerte in Blatt 2 ist die beheizte Brutto-Grundfläche Abeh.BGF des gesamten Gebäudes.



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4

Schritt 4: Leistungswerte erheben

- **Installierte Leistung (P_{inst})**
- Nach Auslegung des Fachingenieurs bzw. auf dem Typenschild angegebene maximale elektrische Leistungsaufnahme eines Gerätes oder einer Anlage, z.B. elektrische Leistung des Ventilatorantriebs einer Lüftungszentrale beim Verwendungszweck Luftförderung



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4

Schritt 5: Betriebszeiten abschätzen/messen

- **5. Schritt: Betriebszeit (bB) abschätzen**
- Auf ein Jahr bezogene Zeit, während der ein Gerät oder eine Anlage in Betrieb ist, inklusive Teillastbetrieb wie z.B. Stand-By.



- **Vollbetriebszeit (t_{100})**
- Auf ein Jahr bezogene, energieäquivalente Betriebszeit bei Volllast. Die Vollbetriebszeiten können nach Verwendungszwecken und Nutzungszonen differenziert angegeben werden.
- **$\frac{1}{4}$ -Stunden-Mittelwert der elektrischen Leistung**
- Die während 15 Minuten bezogene elektrische Energie $E_{\frac{1}{4}}$ in [kWh], umgerechnet in eine mittlere Leistung in [kW] während dieses Zeitraums:

$$\bar{P}_{\frac{1}{4}} = \frac{E_{\frac{1}{4}} [\text{kWh}]}{\frac{1}{4} [\text{h}]} = 4 \cdot E [\text{kW}]$$

**6. Schritt: Teilverbrauchswerte errechnen**

- **Ist-Verbrauch (E_{v,Ist})**
- Gemessener jährlicher Verbrauch elektrischer Energie, der zum Betrieb eines Gebäudes notwendig war. Es ist dabei unerheblich, ob die Energie aus Eigenerzeugung oder Fremdbezug stammt.
- **Soll-Verbrauch (E_{v,Soll})**
- Optimierter jährlicher Verbrauch elektrischer Energie, der aus elektrischen Teilenergieverbräuchen im Soll-Zustand „synthetisiert“ wird.
- **Elektrischer Teilenergieverbrauch im Ist-Zustand**
- Jährlicher elektrischer Energieverbrauch eines Verwendungszwecks bzw. eines Verwendungszwecks in einer Nutzungszone im Ist-Zustand.
- Die Summe der elektrischen Teilenergieverbräuche entspricht dem elektrischen Energieverbrauch des Gebäudes im Ist-Zustand:

$$E_{V, Ist} = \sum_{Vz} E_{V, Ist}^{Vz} = \sum_{Vz} \sum_{Nz} E_{V, Ist}^{Vz, Nz}$$



- **Elektrischer Teilenergieverbrauch im Soll-Zustand**
- Optimierter jährlicher elektrischer Energieverbrauch eines Verwendungszwecks bzw. eines Verwendungszwecks in einer Nutzungszone im Soll-Zustand.
- Die Summe der optimierten elektrischen Teilenergieverbräuche entspricht dem elektrischen Energieverbrauch des Gebäudes im Soll-Zustand:

$$E_{V,Soll} = \sum_{Vz} E_{V,Soll}^{Vz} = \sum_{Vz} \sum_{Nz} E_{V,Soll}^{Vz,Nz}$$



- **Vollbetriebszeit (t_{100})**
- Auf ein Jahr bezogene, energieäquivalente Betriebszeit bei Volllast. Die Vollbetriebszeiten können nach Verwendungszwecken und Nutzungszonen differenziert angegeben werden.
- **$\frac{1}{4}$ -Stunden-Mittelwert der elektrischen Leistung**
- Die während 15 Minuten bezogene elektrische Energie $E_{\frac{1}{4}}$ in [kWh], umgerechnet in eine mittlere Leistung in [kW] während dieses Zeitraums:

$$\bar{P}_{\frac{1}{4}} = \frac{E_{\frac{1}{4}} [\text{kWh}]}{\frac{1}{4} [\text{h}]} = 4 \cdot E [\text{kW}]$$



- **Teilkennwert elektrische Energie (e_v^{Vz})**
- Auf die Netto-Grundfläche bezogener, jährlicher Verbrauch elektrischer Energie eines Verwendungszwecks (Vz):
- Die Summe der Teilenergiekennwerte entspricht dem Energiekennwert e_v .

$$e_v^{Vz} = \frac{E_v^{Vz}}{A_{NGF}}$$

$$e_v = \sum_{Vz} e_v^{Vz}$$



Grenzwert: berechneter und nach Verwendungszweck und Nutzungszonen Wert des spezifischen elektrischen Energieverbrauchs, der **mit Komponenten und Systemen, die dem Stand der Technik entsprechen**, erreichbar und **wirtschaftlich vertretbar** ist.

- Grenzwerte bei etwa 70%[[]des Mittelwerts angenommen.
- **Grenzwerte sollen bei Neubauten, neuen Anlagen sowie zu sanierenden Anlagen eingehalten werden.**

Zielwert

- Mit Standard-Nutzungsbedingungen berechneter und nach Verwendungszweck und Nutzungszonen differenzierter Wert des spezifischen elektrischen Energieverbrauchs, der durch eine **optimale Kombination von energetisch guten Komponenten und Systemen erreicht werden kann. Zielwerte orientieren sich an technischen Bestwerten.**
- Die Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit sind von Fall zu Fall zu prüfen. Zielwerte sind in **hervorragenden Neubauten und neuen Anlagen** anzustreben.



METHODIK:

Versuch der Rekonstruktion des Gesamtstromverbrauchs
aus den Summen der Teilstromverbräuche.

Die Teilstromverbräuche werden anhand erhobener el.
Leistungsdaten der wesentlichen Verbraucher und entspr.
Benutzungsstunden rechnerisch ermittelt!!

Dann erfolgt die Aufsummierung
Gegenüberstellung mit dem tatsächlichen Verbrauch



- **Rechenschritte:**
- **In der Teilkennwertmethode wird der elektrische Energieverbrauch im Ist-Zustand E_V , Ist mittels Teilenergieverbräuchen analysiert. Diese können nach Verwendungszwecken - EVVz - und / oder typischen Nutzungszonen - EVVz,Nz - differenziert sein**

$$E_V = \sum_{Vz} E_V^{Vz} + E_V^{\text{nicht zugeord.}} = \sum_{Vz} \sum_{Nz} E_V^{Vz,Nz} + E_V^{\text{nicht zugeord.}}$$



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4

METHODIK:

Zusammenfügen der Teilkennwerte zu einem
Gesamtkennwert in der Stromverbrauchs- Matrix



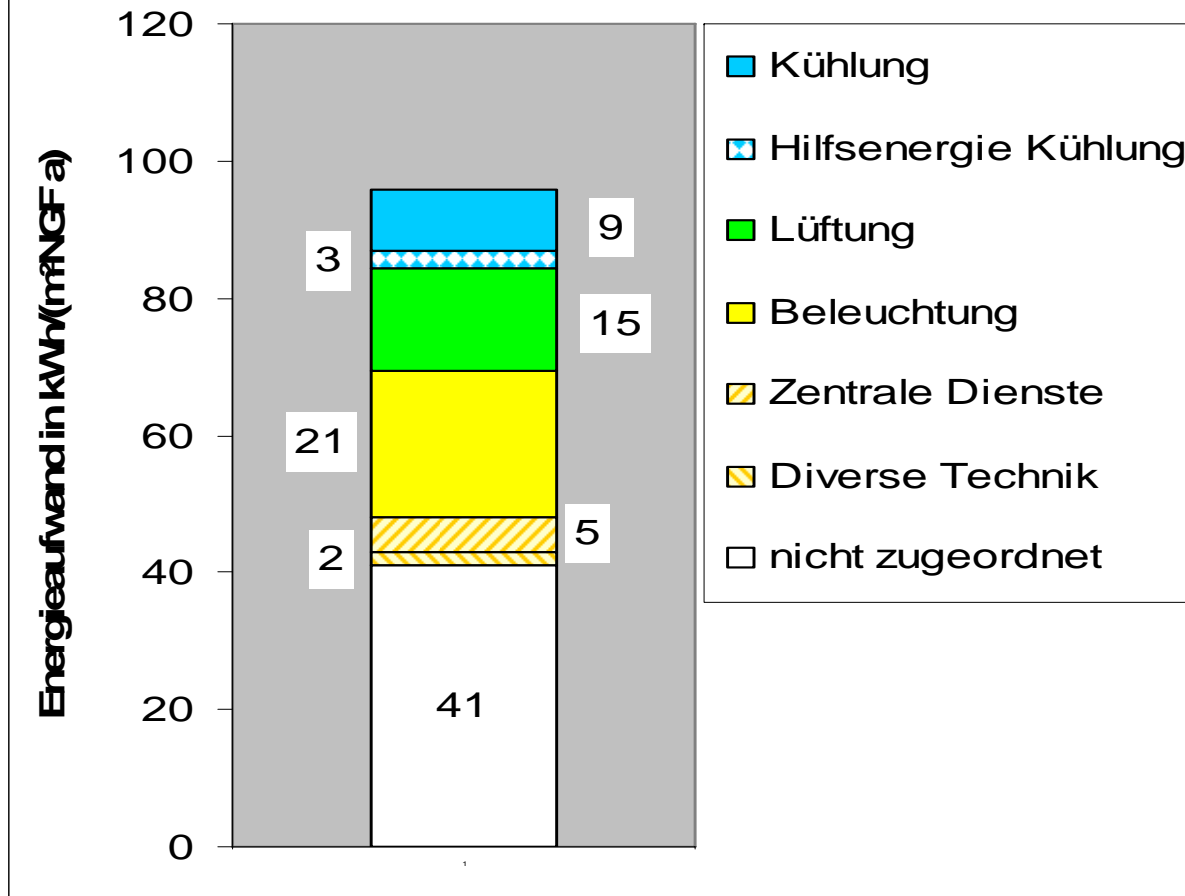
KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Stromverbrauchsmatrix

Nutzungszone	Verwendungszweck									Summe Gebäude
	A EB F	Beleuchtung (BL)	Lüftung (LF)	Kühlkälte (KL)	Betriebs-richtungen (BE)	Zentrale Einrichtungen (ZD)	Div. Technik ... (DT)	Elektrowärme (EW)		
Einzelbüro										
Kantine										
Rechenzentrum										
Händlerplätze										
Schalterhalle										
Verkehrsfläche										
Technik/Lager										
Parkhaus										
Unabh. Nutzungszone										
Summe Gebäude										



Struktur des gesamten elektrischen Energieverbrauchs





KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Abschätzung von Einsparpotentialen

METHODIK:

Die Einsparpotentiale bestimmen sich:

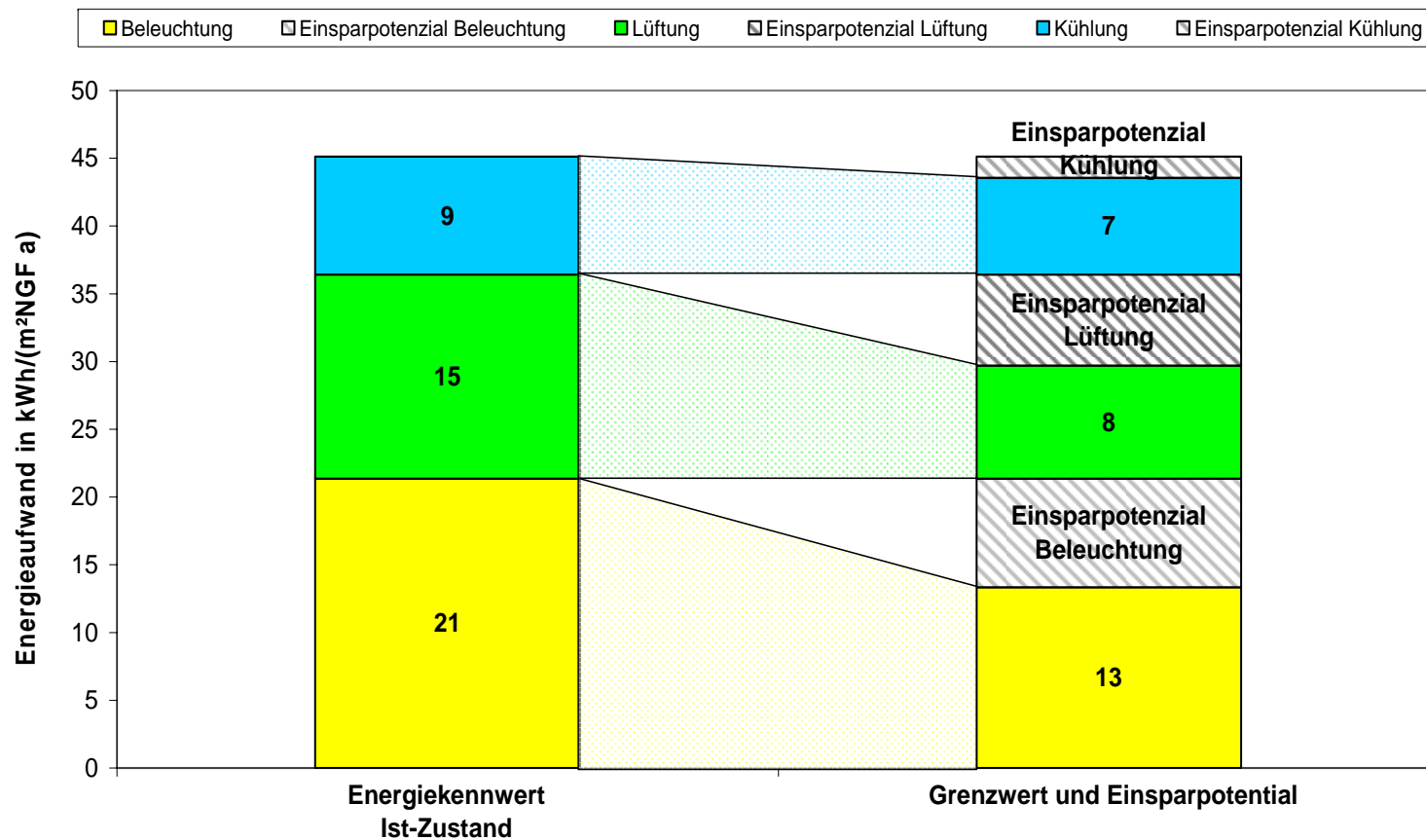
Der ISTZUSTAND wird anhand der vorh. Leistungen der installierten Technik und plausiblen Benutzungsstunden ermittelt.

Der SOLLZUSTAND wird anhand der MÖGLICHEN LEISTUNGEN (Stand der Technik oder besser) und plausiblen Benutzungsstunden (Bedarfsorientiert durch moderne Regelungen) ermittelt.

Die EINSPARPOTENTIALE ermitteln sich nun aus der Differenz zwischen beiden für jede Nutzungszone bzw. für jeden Verwendungszweck



Energiekennwerte und Einsparpotential bezogen auf das gesamte Gebäude





KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4: Wie wird nun die ANALYSE nach VDI 3807/4 durchgeführt?

METHODIK:

Die Einsparpotentiale bestimmen sich:

Der ISTZUSTAND wird anhand der vorh. Leistungen der installierten Technik und plausiblen Benutzungsstunden ermittelt.

Der SOLLZUSTAND wird anhand der MÖGLICHEN LEISTUNGEN (Stand der Technik oder besser) und plausiblen Benutzungsstunden (Bedarfsorientiert durch moderne Regelungen) ermittelt.

Die EINSPARPOTENTIALE ermitteln sich nun aus der Differenz zwischen beiden für jede Nutzungszone bzw. für jeden Verwendungszweck



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4: Wie wird nun die ANALYSE nach VDI 3807/4 durchgeführt?

Erfahrungen aus der Praxis.....



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Erfahrungen aus der Praxis: Details zur Ausgangssituation

Benötigte Unterlagen:

monatliche Verbrauchsabrechnungen der letzten 3 Jahre, Lastgangmessung, Architektenpläne (Grundrisse und Ansichten), Schemata der technischen Ausrüstung, Anlagen- und Funktionsbeschreibungen

Auswertung der Unterlagen:

Verbrauchskennwerte nach Blatt 2 bilden => Entscheidung ob Einsparpotential oder nicht/ Entscheidung ob Weiteranalyse mit Blatt 4 -> wenn ja:

Flächen der wichtigsten Nutzungszonen erfassen,

Typräume identifizieren,

Technische Daten der Anlagen auswerten (LEISTUNGEN und Stand der Technik), Versorgungsbereiche ermitteln.

Einmalige Begehung mit ortskundigen Person (Hausmeister, Betriebsingenieur),

Schwerpunkt bei den Typräumen und den größeren technischen Zentralen,

Erfassung der technischen und betrieblichen Parameter,

Feststellung von Mängeln und Verbesserungsmaßnahmen.



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Vorgehen

Identifikation der wichtigsten Teilenergieverbräuche im Ist- und Soll-Zustand.

Ist-Zustand: Analyse des elektrischen Energieverbrauchs mit Teilenergieverbräuchen im Istzustand

Soll-Zustand: Die in der Ist-Analyse identifizierten elektrischen Teilenergieverbräuche werden mit Hilfe der Grenzwerte und Ziel-Kennwerte“ neu berechnet und **ein Sollwert für den elektrischen Energieverbrauch „synthetisiert“**.

Der so ermittelte Soll-Verbrauch ist fachlich auf Plausibilität zu prüfen (vgl. Kap. 3.4 „Elektrischer Energieverbrauch im Soll-“.

Bewertung:

Die Differenz zwischen Ist-Verbrauch und Soll-Verbrauch des Gebäudes gilt als Abschätzung des Einsparpotenzials.



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Vorgehen: Ermittlung Verbrauch und Messkonzept

Messkonzept

Ziel : detaillierte Aussagen zum Verbrauch elektrischer Energie + Bildung von Teilenergiekennwerten unterstützen

Mindestens: Mindestens monatliche Auslesung des Hauptzählers für den Gebäudegesamtverbrauch

Energieversorgungsunternehmen setzen zunehmend fernauslesbare Zähler ein und stellen auf Anforderung Lastgänge auf Basis von ¼-Stunden-Mittelwerten der elektrischen Leistung zur Verfügung

In baulich oder technisch komplexen Gebäuden: detaillierteres Messkonzept mit Unterzählern erarbeiten um Gesamtverbrauch aussagekräftig zu unterteilen Mindestens: grosse Einzelverbraucher wie z.B. Kältezentralen oder energieintensive Nutzungszonen wie z.B. Rechenzentren, Küchen und Kantinen sollten eigene Unterzähler haben

**Beleuchtung**

Der spezifische elektrische Energieverbrauch für Beleuchtung in einer Nutzungszone N_z , $w_{BL,Nz}$, wird bestimmt als Produkt aus der flächenbezogenen installierten Leistung und der mittleren Vollbetriebszeit

**Die installierte Leistung wird ermittelt, indem für einen repräsentativen Teilbereich der Zone (z. B. einen Raum) folgende Daten erhoben werden:
die Energiebezugsfläche des Teilbereichs in m^2
Anzahl und Systemleistung der hier vorhandenen Leuchtmittel**

Die Vollbetriebszeit $b_{VollBL,Nz}$ kann z.B. mit Hilfe der Hinweise in Kap. 4.1.2

„ Verbrauchsklassen “ ermittelt werden. Erforderlich sind dazu folgende Angaben:

Verhältnis Fenster zu Bodenfläche fF/A

Art der Steuerung (manuell, Tageslichtregelung, Präsenzmelder)

Tägliche Nutzungszeit.

Kurzzeitmessungen für Typräume oder Raumbereiche



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Vorgehen:

Luftförderung

Es wird nach Möglichkeit der ganze Versorgungsbereich der Anlagen betrachtet. Für jede Lüftungsanlage werden folgende Daten erhoben: elektrische Leistung der Ventilatorantriebe (Summe Abluft und Zuluft), jährliche Betriebszeit der Lüftungsanlage *bVollLF*, Art der Regelung, belüftete Fläche *ALF*.

Empfehlenswert sind jedoch momentane Leistungsmessungen (z. B. über Stromzangen).

Die Vollbetriebszeit ist bei Konstantvolumenstromanlagen gleich der Betriebszeit, die in der Regel an Zeitschaltuhren im Schaltschrank abgelesen werden kann.

Bei Anlagen mit variablem Volumenstrom können die Betriebszeiten in verschiedenen Laststufen anhand der Kenntnis der Betriebsweise der Anlagen grob abgeschätzt und gemäß der Proportionalitätsgesetze gewichtet werden.

**Klimakälte**[\[H1\]](#)

Der elektrische Energieverbrauch von Kältemaschinen wird von vielen Faktoren beeinflusst, die in überschlägigen Rechenverfahren nur schwer zu berücksichtigen sind. Hilfsweise können jedoch die Kennwerte für den elektrischen Energieverbrauch zur Kühlung von Gebäuden „Kühlkälte“ angewendet werden,

Eine messtechnische Bestimmung des Energieverbrauchs ist bei der Klimakälte empfehlenswert.

Häufig findet man für Kältezentralen bzw. grössere Kälteerzeuger eigene Zähler. Kältemaschinen besitzen häufig Betriebsstundenzähler für die Laufzeit der Verdichter bzw. Verdichterstufen.

Zusammen mit der Leistung der Verdichterantriebe kann ein spezifischer elektrischer Energieverbrauch für die Klimakälte ermittelt werden. Bei der Bildung von Teilkennwerten für Klimakälte muss der nicht unerhebliche Energieaufwand für die Hilfsenergie (Regelung, Pumpen, Rückkühlwerk) hinzugerechnet werden.



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4

Vorgehen:

Betriebseinrichtungen

Bei vielen Geräten, z.B. elektronischen Geräten wie PCs, führen die Angaben des Typenschildes allerdings zu deutlich zu hohen Annahmen. Hier ist eine beispielhafte Verbrauchsmessung der Geräte mit Steckdosen-Messgeräten einfach möglich und auch empfehlenswert, um nicht nur die Leistung zu messen sondern auch den Energieverbrauch eines typischen Nutzungszyklus, z.B ein Tag oder eine Woche.

Zentrale Einrichtungen,

Zentrale Einrichtungen, die den Verbrauch eines Objektes stark bestimmen können, wie z.B. Rechenzentren, Großküchen mit Personalrestaurants, haben oft eigene Unterzähler, an denen der Verbrauchsanteil abgelesen werden kann.

Hilfsweise können auch die Kennwerte für den elektrischen Energieverbrauch aus Zentrale Dienste angewendet werden, die auf den Ergebnissen einer Untersuchung an 100 Bürogebäuden in der Schweiz beruhen.

Diverse Technik

Soweit die Verbraucher des Verwendungszwecks Diverse Technik nicht gemessen werden können, geben die Kennwerte in Kap. 4.4.2 Diverse Technik einige Hinweise auf die Verbrauchsanteile.



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4

Vorgehen: Bereinigung von Verbrauchswerten

Kurzzeitmessungen oder Zählerablesungen, die nicht ein ganzes Jahr umfassen, müssen zeitlich bereinigt, d.h. auf einen Jahresverbrauch hochgerechnet werden.

Bei Klimakälte wird auf eine witterungsbereinigung verzichtet



KEA

VDI 3807 Stromverbrauchskennwerte Blatt 4 Vorgehen: Beispiele für Teilverbrauchskennwerte

Im Folgenden werden für einzelne Bereiche Teilverbrauchskennwerte vorgestellt. Diese Werte wurden überwiegend berechnet. Bisher existieren nur wenige Unterzählungen die z.B. Beleuchtungsstromkreise zuverlässig messen.

Die gerechneten Werte werden in den nächsten Jahren jedoch zunehmend von gemessenen Werten ersetzt werden können, da moderne Bürogebäude oder sanierte Bürogebäude häufig mit entsprechenden Unterzählungen ausgestattet werden.

Es ist gerade bei Stromverbrauchs- Teilkennwerten wichtig einen Anfang zu finden, Messwerte werden in jedem Falle die gerechneten Werte spätestens in 3 Jahren verwertbar ergänzt haben.



Rüdiger Lohse

Wirtschaftingenieur

- 1990 – 1995 Abteilungsleiter Wärme- und Energiedienstleistungen Stadtwerke Waiblingen
- seit 1995 Bereichsleiter "Dezentrale Anlagen", Energiemanagement, Contracting, Konzepte bei der KEA
- 2002: StV. Obmann VDI 3807
- bis 2005: ca. 50 Contracting- und Einsparcontractingprojekte entwickelt begleitet und umgesetzt
- derzeit: Projektleitung größtes Einsparcontractingprojekt in Freiburg (HBA);IKEC in Lörrach,Weil,Denzlingen und ESC in Ettlingen