

## Austrian Energy Agency

### M&V Bottom-up-Methode für Verbesserung von Beleuchtungssystemen (Dienstleistungssektor)

Leonardo Barreto und Christof Amann  
Wien, 22. Jänner 2008

## Übersicht

- Bottom-up-Methoden: Berechnung
- Verbesserung von Beleuchtungssystemen
- jährliche Bruttoenergieeinsparung pro Einheit
  - Baseline
  - Indikative EU-Defaultwerte
- Gesamte jährliche Bruttoenergieeinsparung
- Gesamte jährliche Nettoenergieeinsparung im Jahr X
- Gesamte jährliche Nettoenergieeinsparung im 2016
  - Lebensdauer
- Early Actions

## Bottom-up-Methoden: Berechnung

---

- Schritt 1: Spezifische Bruttoenergieeinsparung (kWh/a pro Einheit oder Teilnehmer)
- Schritt 2: Totale Bruttoenergieeinsparung (kWh/a werden zusammengerechnet)
- Schritt 3: Totale Nettoenergieeinsparung gemäß Richtlinie (kWh/a) im ersten Jahr (Berücksichtigung von Multiplikatoreffekten und Doppelzählungen)
- Schritt 4: Totale Nettoenergieeinsparung gemäß Richtlinie (kWh/a) im Jahr 2016 (Berücksichtigung von Lebensdauer (CWA))

## Verbesserung von Beleuchtungssystemen

---

- Diese Methode bezieht sich auf mehrere Maßnahmen, welche zur Verbesserung von Beleuchtungssystemen führen, und deren Kombinationen
- Einheit für die Berechnung: Teilnehmer
- Die Methode wurde vom Dipartimento di Energetica (eERG)-Politecnico di Milano entwickelt (Andrew Pindar, Nicola Labanca, Daniele Palma)

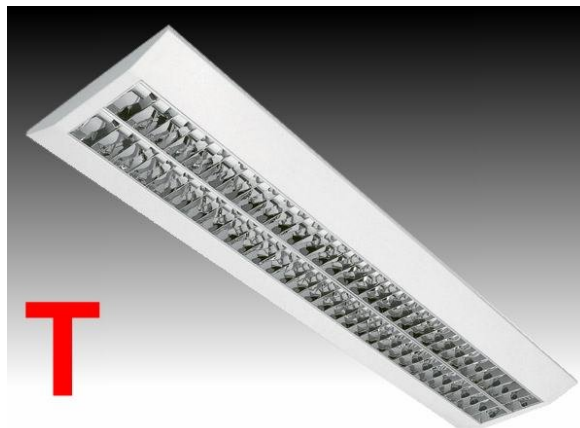
## Beleuchtungssysteme: Maßnahmen

---

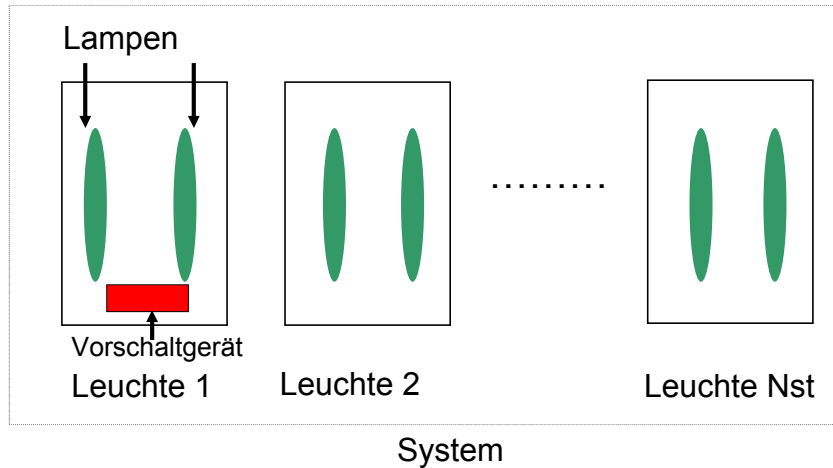
- Lampentausch
- Verwendung von elektronischen Vorschaltgeräten statt elektromagnetischen Vorschaltgeräten
- Verwendung von energieeffizienten Leuchten (z.B. verspiegelte Leuchten, etc.)
- Verbesserung der Beleuchtungskontrolle (z.B. Zeitschaltung, Bewegungsmelder, Dimmung)

## Leuchte (Luminaire)

---



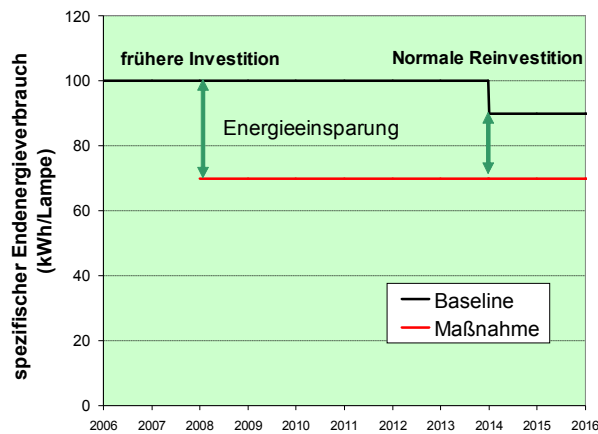
## Lampen/Leuchten/System



## Schritt 1: jährliche Bruttoenergieeinsparung pro Einheit

- Bruttoenergieeinsparung pro Teilnehmer=  
(Endenergieverbrauch des Teilnehmers mit Standard-  
Beleuchtungssystem) - (Endenergieverbrauch des  
Teilnehmers mit effizientem Beleuchtungssystem)
- Elemente:
  - Leistung der Lampen und Vorschaltgeräte
  - Anzahl der Lampen und Vorschaltgeräte
  - Anzahl der Leuchten
  - Leuchtstunden (Steuerung, Dimmung)

## Baseline: Frühere Investition oder normale Reinvestition





## Schritt 1: Baseline

Maßnahme	spezielle (frühere) Investition	normale Reinvestition
Energieeffiziente Lampen, Vorschaltgeräte, Leuchten	Durchschnittsverbrauch der bestehenden ineffizienten Systeme	Durchschnittsverbrauch der ineffizienten Systeme auf dem Markt
Verbesserung der Beleuchtungskontrolle	Manuelle Regelung	Manuelle Regelung

## Drei Levels des Evaluierungsaufwands

- Level 1: Europäische Ausgangswerte (Defaultwerte, wenn möglich)
- Level 2: Nationale repräsentative Werte
- Level 3: Maßnahmenspezifische Werte
- Eine Evaluierungsmethode kann verschiedene Aufwandlevels kombinieren (Level 1 für Parameter a, Level 2 für Parameter b)
- konservative EU-Defaultwerte sollen den Mitgliedstaaten Anreize geben, nationale oder programmspezifische Werte zu verwenden

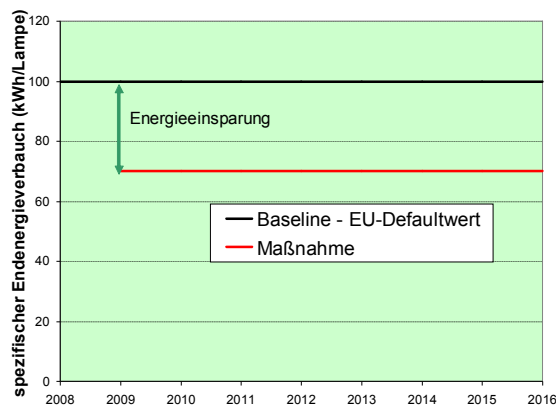
## Bespiel: Glühlampen werden durch CFL ersetzt

Baseline: Glühlampe	Maßnahme: Compact Fluorescent Lamp
	

## Indikative EU-Defaultwerte für Endenergieeinsparungen - Beispiel

- Baseline: Glühlampe
- Durchschnittsleistung von Glühlampen = 65,7 W
- Maßnahme: Compact Fluorescent Lamp (CFL)
- Durchschnittsleistung von CFL= 14,8 W
- Es wird angenommen, dass diese Durchschnittswerte im Zeitraum 2008 - 2016 konstant bleiben
- Leuchtstunden = 2.500 Stunden/Jahr
- Sicherheitsfaktor = 0,8 (Verlässlichkeit der Daten)
- Energieeinsparung=  $(65,7 \text{ W} - 14,8 \text{ W}) \cdot 2.500 \text{ h} \cdot 0,8$
- Energieeinsparung= 102 kWh/Jahr/CFL

## Baseline: EU-Defaultwerte





## Indikative EU-Defaultwerte für Endenergieeinsparungen - Beispiel

- Er wird angenommen, dass im Zeitraum 2008-2016 eine Glühlampe, die kaputt geht, durch eine Glühlampe von selben Typ und Leistung ersetzt wird
- Durchschnittsverbrauch der bestehenden ineffizienten Systeme = Durchschnittsverbrauch der ineffizienten Systeme auf dem Markt
- Dementsprechend wurden die gleichen Endenergieeinsparungen in beiden Fällen (frühere Investition, normale Reinvestition) angenommen

## Indikative EU-Defaultwerte für Endenergieeinsparungen-Beispiele

Maßnahme	Energieeinsparungen gegenüber dem Durchschnittswert von bestehenden Systemen	Energieeinsparungen gegenüber dem Durchschnittswert von ineffizienten Systemen
Compact Fluorescent Lamp (CFL)	102 kWh/Jahr/CFL	102 kWh/Jahr/CFL
Elektronische Vorschaltgeräte	18 kWh/Jahr /Vorschaltgerät	12 kWh/Jahr /Vorschaltgerät
Bewegungsmelder	80 kWh/Jahr/Bewegungsmelder	80 kWh/Jahr/Bewegungsmelder

## Bespiel: T8-Leuchten werden durch T5-Leuchten ersetzt

Baseline: T8-Leuchte (Durchmesser 26 mm)	Maßnahme: T5-Leuchte (Durchmesser 16 mm)
	

Austrian Energy Agency | 29/01/08 | Seite 17

## Bespiel: T8-Leuchten werden durch T5-Leuchten ersetzt

- Baseline: T8-Leuchte
- Durchschnittsleistung T8-Leuchte = 90 W
- Maßnahme: T5-Leuchte
- Durchschnittsleistung T5-Leuchte= 83 W
- Es wird angenommen, dass diese Durchschnittswerte im Zeitraum 2008 - 2016 konstant bleiben
- Leuchtstunden = 2.500 Stunden/Jahr
- Anzahl der ersetzten T8-Leuchten= 100
- Anzahl der installierten T5-Leuchten= 95

Austrian Energy Agency | 29/01/08 | Seite 18

## Bespiel: T8-Leuchten werden durch T5-Leuchten ersetzt

---

- die Anzahl der T8-Leuchten, die ersetzt werden, und die Anzahl der T5-Leuchten, welche installiert werden, sind nicht gleich
- In diesem Fall gibt es keine EU-Defaultwerte für die Endenergieeinsparungen pro Leuchte
- EU-Defaultwerte für den Endenergieverbrauch der Leuchten werden aber in der Berechnung verwendet
- Endenergieeinsparung=  $(100 \cdot 90 \text{ W} - 95 \cdot 83 \text{ W}) \cdot 2.500 \text{ Stunden/Jahr} = 2.787 \text{ kWh/Jahr}$

## Normalisierung

---

- In nördlichen Ländern ist die Anzahl der jährlichen Leuchtstunden der Beleuchtungssysteme größer
- Vier Klimaregionen (Norden, Westen, Zentrale Lage, Süden)
- Normalisierungsfaktor (Nh)

## Klimaregionen/Faktoren

West	Nord	Zentral	Sud
UK, IR	DK, FI, SE, EE, LV, LT	DE, FR, CZ, HU, AT, PL, BE, NL, LU, SL	IT, ES, PT, GR, MT, BG, RO, SI, CY
1.1	1.2	1	0.9

## Schritt 2: gesamte jährliche Bruttoenergieeinsparung

- Um die gesamte Bruttoenergieeinsparung zu ermitteln, werden spezifische Endenergieeinsparungen über alle Teilnehmer aufsummiert:

$$\text{Totale Bruttoenergieeinsparung} = \sum_{\text{Teilnehmer}} \text{Spezifische Bruttoenergieeinsparung}$$

## Teilnehmerzählung

---

- Direkte Methoden zur Teilnehmerzählung:
  - Abrechnungen, Gutscheine
  - Teilnehmerdatenbank
- Indirekte Methoden zur Teilnehmerzählung:
  - Befragungen
- Stichprobemessungen

## Schritt 3: von Brutto zu Netto Energieeinsparungen

---

- Totale Nettoenergieeinsparungen aller Teilnehmer=  
Korrekturfaktoren\*(Totale Bruttoenergieeinsparungen  
aller Teilnehmer)
- Korrekturfaktoren: Doppelzählungen,  
Multiplikatoreffekte, Free-Rider-Effekte

## Doppelzählungen

	Energy Audits	Einspar- contracting
Energieeffiziente Leuchten	X	X
Energieeffiziente Lampen und Ballasten	X	X
Verbesserung der Beleuchtungskontrolle	X	

## Multiplikatoreffekte

- Multiplikatoreffekte sind solche Maßnahmen, die von einem Instrument inspiriert werden, ohne aber unmittelbar von ihm zu profitieren
- Ex-post Evaluation, z.B. durch
  - Analyse von Verkaufszahlen
  - Fragebogenerhebung bei Teilnehmern und Nichtteilnehmern (Stichprobe)

## Free-Rider-Effekte (in Diskussion)

- Maßnahmen, die auf jeden Fall getroffen worden wären, auch ohne ein entsprechendes Instrument
- Maßnahmen, die ohnehin getroffen werden, sind autonome Einsparungen
- Die Abschätzungen von Free-Rider-Effekten, die in der Literatur zu finden sind, hängen von den Erhebungsmethoden (z.B. Fragebogen) ab.
- Das Ausmaß wird mit 0% bis 50% abgeschätzt
- Free-Rider-Effekte werden in der Richtlinie nicht erwähnt

## Schritt 4: gesamte jährliche Nettoenergieeinsparung im Jahr 2016

- Anwendung von Lebensdauern
- Vorläufig empfohlen: Lebensdauer gemäß CEN/CWA 27

Maßnahme	Lebensdauer
New/renovated office lighting (commercial/public sector)	12 Jahre
Motion detection light controls (Commercial/public sector)	10 Jahre

## Early Actions

- Lebensdauer = 10, 12 Jahre
- 2016 – 12 = 2004
- 2016 – 10 = 2006
- Early Actions ab 2004 bzw. 2006 sind anrechenbar
- Vorschlag für die Baseline von Early Actions:  
indikative EU-Defaultwerte

## Early Actions

