

Bottom up - Methoden: Konkrete Beispiele



Drei Grade des Evaluierungsaufwands

	Daten- umfang	Hauptdatenquellen	Datenverarbeitung und -dokumentation
Level 1	Europ. Ausgangswerte (Default values)	vorhandene/verfügbare Europ. Vorschriften, Studien und Statistiken	Sicherheitsfaktor entsprechend dem Verlässlichkeitsniveau der Basisdaten
Level 2	Nationale repräsentative Werte	aktuelle nationale Statistiken, Umfragen, Register, Stichproben	Anforderungen = Mindestsatz an Informationen und Begründungen zu berichten
Level 3	Maßnahmen- oder Teilnehmer-spezifisch	spezifische Monitoringsysteme, Register, Umfragen, Messungen	Anforderungen = Detailbericht zu den spezif. Daten und Begründungen (Standardbericht zumindest verfügbar)

➔ eine Evaluierungsmethode kann verschiedene. Aufwandlevels kombinieren, da in den Berechnungen mehrere Parameter benötigt werden

Bottom-up-Methoden-Beispiele: Klassifizierung

Art der Methode	Energieeinsparhandlung	Sektor
1 Direkte Verbrauchsmessung		
2 Analyse von Energierechnungen und Verkaufsdaten		
3 Fallspezifische ingenieurstechnische Abschätzungen	Frequenzumrichter für Motoren ≥ 22 kW (verbunden mit direkten Messungen)	Industrie
4 Kombination ex-ante und ex-post Abschätzungen	Verbesserung von Beleuchtungssystemen (Level 3) Energieanalysen (Audits) („Level 2 B“=1+3, Level 3 evtl. verbunden mit vertieften ingenieurstechnischen Abschätzungen)	GHD, (Industrie) GHD, Industrie
5 Ex-ante Abschätzungen (können einige Teilnehmerdaten enthalten)	Frequenzumrichter für Motoren < 22 kW (evtl. ex post verifiziert für Level 2 oder 3) Verbesserung von Beleuchtungssystemen (Level 1 / 2; evtl. ex post verifiziert für Level 2) Energieanalysen (Audits) (Level 1, Level 2 A auf Basis von Umfragen)	Industrie GHD, (Industrie) GHD, Industrie
6 Bottom-up Bestandsmodellierung basierend auf Erhebungen		

Berechnungsschritte (Bottom-up)

- **Schritt 1:** jährliche Bruttoenergieeinsparung pro Handlungseinheit
(*unitary action*: end-use action oder Teilnehmer(in))
- **Schritt 2:** (+) Anzahl der Teilnehmer bzw. end-use actions/Geräte
=> **gesamte jährliche Bruttoenergieeinsparung**
(einer Facilitating Measure)
- **Schritt 3:** (+) Doppelzählung; Multiplikatoreffekt; Mitnahmeeffekt (?)
=> **gesamte jährliche Energieeinsparung gemäß ESD**
(von Maßnahmenpaketen zur Steigerung der EE)
- **Schritt 4:** (+) Zeitpunkt und Lebensdauer der EE-Maßnahme
innerhalb der ESD-Periode und Dauerhaftigkeit der
Einsparungen
=> **gesamte jährliche Einsparung gemäß ESD im Jahr “i”**
(i=2010 or 2016)

Energieanalysen (Audits) in GHD und Industrie

- Nicht technikbezogen, sondern “facilitating measure”-bezogen, d.h. bezogen auf Programm bzw. Dienstleistung
- Einheit: Teilnehmender Betrieb
- Erarbeitung des Methodenvorschlages durch:

Motiva

(basierend auf den Ergebnissen des Projekts AUDIT II)

Energieanalysen (Audits) - Schritt 1

- [Schritt 0: Anzahl der Teilnehmenden, etc.]
- **Schritt 1.1: Basisformel für die Bruttoenergieeinsparungen einer Einheit, hier eines teilnehmenden Betriebes**

*Bruttoenergieeinsparung teilnehmender Betrieb =
Energieverbrauch vor Audit – Energieverbrauch nach Umsetzung
der im Audit identifizierten Einsparhandlungen*

→ *Differenzierung nach Strom und Wärme/Brennstoffe*

- **Step 1.2: Allgemeine Baseline**

→ Energieverbrauch vor Umsetzung der im Audit identifizierten Einsparhandlungen

Energieanalysen (Audits) - Schritt 1

- **Schritt 1.3: Normalisierungsfaktoren
(z. B. für Wetterbedingungen, Gebäudenutzung,
betrieblicher Materialdurchsatz)**
- soweit notwendig, wie jeweilige Methodenvariante ex post-Messungen beinhaltet (z. B. Gradtagszahlbereinigung von Heizdaten)

Energieanalysen - Schritt 1: Level 1 default values

Sektor	Bruttoenergieeinsparungen in % des jährlichen Verbrauchs	
	Strom	Wärme, Brennstoffe
Gebäude im öffentlichen Dienstleistungsbereich (ohne Wohngebäude)	2%	3%
Gebäude im privaten Dienstleistungsbereich (ohne Wohngebäude)	1.5%	4%
Industrie (ohne energie-intensive Industrie)	1%	2%

Energieanalysen - Schritt 1: "Level 2" default values

Sektor	Anteil realisierter Einsparungen (in % des im Rahmen des Audits identifizierten gesamten Einsparpotenzials, das für die einzelnen Audits in Datenbank erfasst wird)			
	Default Values für die Bruttoenergieeinsparungen			
	Strom	Wärme, Brennstoffe		
Gebäude im öffentlichen Dienstleistungsbereich (ohne Wohngebäude)	25%	25%		
Gebäude im privaten Dienstleistungsbereich (ohne Wohngebäude)	25%	25%		
Industrie (ohne energieintensive Industrie)	20%	15%		

- Falls **keine Datenbank** der Einsparpotenziale vorhanden:
Umfrage bei analysierten / beratenen Betrieben (unsicher! -> nur anfänglich)
- **mind. Level 2, wenn Audits zu mind. 10% der ESD-Einsparungen eines Landes beitragen**

Energieanalysen - Schritt 1: Level 3

Verwendung der **individuellen Daten der Betriebe** u. a. zu

- ermittelten **Bruttoenergieeinsparpotenzialen** bei Wärme/Brennstoffen und Strom (kWh/a)
 - Prozentsatz **durchgeführter oder bereits beschlossener Einsparhandlungen**
 - Prozentsatz noch nicht entschiedener, aber ernsthaft **in Erwägung gezogener Einsparhandlungen**, gewichtet mit:
 - 5% für Industriebetriebe
 - 30% für Dienstleistungsbetriebe
- > auch Evaluation der durch die umgesetzten Einsparhandlungen tatsächlich erzielten Bruttoenergieeinsparungen denkbar (z. B. Umfrage / Monitoring)

Energieanalysen (Audits) - Schritt 2

- **Schritt 2: Kalkulation der gesamten jährlichen Bruttoenergieeinsparungen eines Audit-Programms**
→ Sektorspezifische Aufsummierung der Einsparungen aller teilnehmenden Betriebe

Gesamte jährliche Bruttoenergieeinsparung =

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^n [\textit{annual energy savings of } \underline{\textit{industrial}} \textit{ participant } i] \\
 & + \sum_{j=1}^m [\textit{annual energy savings of } \underline{\textit{tertiary}} \textit{ participant } j]
 \end{aligned}$$

Energieanalysen (Audits): Monitoring / Kosten I

Options	Coverage	Complexity	Rough cost estimates		Information gained from
			< 100 audits/year	> 100 audits/year	
MIN Expenditure	All audits	Easily achieved	No extra costs	No extra costs	Application
A or C Energy audit volumes	All audits	Easily achieved	Negligible extra costs	Minor extra costs – 0.25 man-months/year	Application
B Saving potentials	All audits	More complex. Tool necessary , i.e. database	Minor extra costs. Need spreadsheet – 0.5 man-month	Development costs: 6 man-months/year Operation costs: 1 man-month/year	Audit report
D Calculated savings of implemented end-use actions	All audits/samples	More complex. Need tool (database) and feedback from clients.	Operating costs in the range of 2 man-months/year	Operating costs in the range of 4 man-months/year	Questionnaire/ site visits

Energieanalysen (Audits): Monitoring / Kosten II

Options	Coverage	Complexity	Rough cost estimates		Information gained from
			< 100 audits/year	> 100 audits/year	
D+ Measured savings at site level	All audits/samples	Complex. Need tool, feedback from clients and analytical expertise.	Costs in the range of 4 man-months/year	Costs in the range of 1 man-year	Questionnaire (annually)
MAX Verified results	Samples	Complex. Need tool, feedback from clients and analytical expertise.	Costs in the range of 6 man-months/year (based on representative samples)	Costs in the range of 1 man-year (based on representative samples)	Monitoring on-site level

Energieanalysen (Audits) - Schritt 3

- **Gesamte jährliche Energieeinsparung gemäß ESD =**
Gesamte jährliche Bruttoenergieeinsparung
 - ./ *Doppelzählungen (mehrere Programme und Dienstleistungen haben Einfluss auf die erzielten Energieeinsparungen im Betrieb)*
 - ./ *technische Interaktionen (Einsparmaßnahme wirkt auf wechselwirkende Technikbereiche, z. B. Audit auf Wärmedämmung und/oder Heizungssystemoptimierung)*
 - ./ *Mitnahmeeffekte*
 - + *Multiplikatoreffekte*

Energieanalysen (Audits) - Schritt 3

- **Lösungsansätze Doppelzählungen:**
 - Datenabgleich zwischen Programmen / Institutionen
 - Übergreifende Befragung
- **Lösungsansatz technische Interaktionen:**

Im Rahmen des Audits Priorisierung der Maßnahmen
 Beispiel: Wärmedämmung vor Heizungssanierung
 => Berechnung der Einsparungen durch Heizungsoptimierung
 geht von Gebäude mit niedrigerem Energiebedarf bereits aus
- **Lösungsansatz Mitnahmeeffekt:**
 - Befragung (Finnland: ca. 10 - 15%; evtl. = Multiplikatoreffekt)
- **Lösungsansatz Multiplikatoreffekt:**
 - vermutlich nicht sehr signifikant; evtl. Befragung

Energieanalysen (Audits) - Schritt 4

- **Nutzungsdauern der Einsparungen (lifetimes):**

Level 1	Default values: 6 Jahre für GHD und 8 Jahre für Industrie (6 years for all, if no sector distinction can be made from monitored data)
Level 2	Nachgewiesener nationaler Durchschnitt
Level 3	Differenzierung nach Typ der Einsparhandlung (oder Gruppe von Einsparhandlungen, z.B. Einsparhandlungen am Heizungssystem), wenn: <ul style="list-style-type: none"> - hierzu überprüfbare Informationen der Mitgliedstaaten zur Verfügung stehen - spezifische, international vereinbarte Nutzungsdauern vorhanden sind

Energieanalysen-Qualitätssicherung/Unsicherheiten

- Identifizierte und realisierte Bruttoenergieeinsparungen stark abhängig von **Qualität der Energieanalyse** und der dazugehörigen Beratung
→ Verzerrungen insbesondere bei Level 1 möglich
- Wenn Audits zu mind. 5% des ESD-Einsparziels eines Landes beitragen sollen, sollte ein nationales **Qualitätssicherungsprogramm** aufgelegt werden

Zwei Faktoren sind dabei zu berücksichtigen:

- 1) **Kompetenz der Berater**
- 2) **Qualität der Energieanalyse-Berichte**

- Level 1: Unsicherheitsfaktoren identifizieren
- Level 2: Bandbreiten für identifizierte Faktoren abschätzen
- Level 3: Sensitivitätsanalysen durchführen -> Konfidenzintervalle

Technologiespezifische Methodenvorschläge

- eERG/Politecnico di Milano: **Beleuchtung:**
 - [Leuchten: Energieeinsparung nur in Verbindung mit Veränderung bei den Lampen]
 - Lampen: Kompaktleuchtstofflampen, T8, T5
 - Vorschaltgeräte: elektronisch, dimmbar
 - Steuerung/Sensoren: manuell; automatisch: tageslicht- oder/und bewegungsabhängig
 - > Vergleich: effizientes / ineffizientes Beleuchtungssystem
 - > entscheidender Faktor: Benutzungsstunden / Jahr

- ISR/University of Coimbra: **Frequenzumrichter:**
 - für Motoren < 22 kW / für Motoren \geq 22 kW
 - > Vergleich: EFF2-Motor mit Drosselregelung / Motor mit Frequenzumrichter
 - > entscheidende Faktoren: Lastfaktor / Lastprofil; Benutzungsstunden beim jeweiligen Lastniveau

Beleuchtung - Schritt 1: Default Values (Level 1)

End-use action	Einsparungen im Vergleich zum Bestand	Einsparungen im Vergleich zum Markt (ineffizientes Produkt)
CFLs anstatt Glühbirnen	102 kWh/Jahr/CFL	102 kWh/Jahr/CFL
Elektronisches Vorschaltgerät mit T8-System	23 kWh/Jahr/ Vorschaltgerät	17 kWh/Jahr/ Vorschaltgerät
Bewegungssensor mit T8-System	76 kWh/Jahr/Sensor oder 20 %	76 kWh/Jahr/Sensor oder 20 %

Beleuchtung - Schritt 1: Default Values (Level 1)

End-use action	Energieverbrauch des Baseline-Systems	Energieverbrauch des energieeffizienten Systems
Effiziente Leuchten mit T8-Systemen	90 kWh/Jahr/ Vorschaltgerät	76 kWh/Jahr/ Vorschaltgerät
Effiziente Leuchten mit T5-Systemen	90 kWh/Jahr/ Vorschaltgerät	79 kWh/Jahr/ Vorschaltgerät
Benutzungsstunden	2.500 h/Jahr	2.500 h/Jahr
Anzahl der Leuchten	Fall-spezifisch! (Level 3)	Fall-spezifisch! (Level 3)

Beleuchtung - Normalisierungsfaktoren (Level 1)

Benutzungsstunden	Dienstleistungsbereich
Referenz-EU-Wert	2.500
Zone	
Nordeuropa (DK, FI, SE, EST, LV, LT; NO)	1,2
Westeuropa (UK, IRL)	1,1
Mitteleuropa (AT, BE, CZ, DE, FR, HU, LU, NL, PL, SK)	1,0
Südeuropa (BG, CY, ES, GR, IT, MA, PO, RO, SL)	0,9

Beleuchtung - Weitere "Default Values" (Level 1)

Einsparhandlung	Vorgeschlagene Mitnahmeeffekte-Standardwerte für 2008 und 2009
Kompaktleuchtstofflampen	0,5
Elektronische Vorschaltgeräte	2008: 0,6 2009: 0,65
Effiziente Leuchten - T8	0,5
Effiziente Leuchten - T5	0,3
Bewegungssensor	0,05

Nutzungsdauer Bürobeleuchtung: 12 Jahre (Sensoren: 10 Jahre)

FUs für Motoren < 22 kW

unitary gross annual energy savings per unit =

$$\left(\frac{P_{mec}}{\eta} * Av.LoadFactor * Av.OperatngHours \right) * Av.DefaultSavings$$

- P_{mec} = mechanische Leistung wie auf Typenschild angegeben
- η = Effizienz des Motors: Standardwerte in Tabelle vorgeschlagen für Nennleistung zwischen 0,75 und 18,5 kW, z.B. 83,1% bei 4 kW (Level 1)
- Standardwerte für Lastfaktor, Benutzungsstunden und Einsparung in Tabelle vorgeschlagen (Level 1)
- Werte werden alternativ durch bundesweite (Level 2) oder programmspezifische Erhebung (Level 3) ermittelt

FUs für Motoren < 22 kW - Beispielwerte Level 1

Power ranges	Type of Applications	Industry		Tertiary	
		Hours (h)	Load factor	Hours (h)	Load factor
[0,75;4[	Pumps	3861,03	0,55	3800	0,55
[4;10[		4501,94	0,58	3050	0,60
[10;22[		5040,47	0,59	3000	0,60
[0,75;4[	Fans	4910,47	0,53	2250	0,60
[4;10[		4137,76	0,56	2500	0,65
[10;22[		5210,64	0,59	2500	0,65

End-Use	Average VSD Savings (%)
Pumps, Fans	28
Other end-uses	12

FUs für Motoren ≥ 22 kW

$$\text{unitary gross annual energy savings per unit} = \sum_i \left((P_T^i - P_{VSD}^i) * h^i \right)$$

- P_T = Elektrische Leistungsaufnahme EFF2-Motor mit Drosselregelung
- P_{VSD} = Elektrische Leistungsaufnahme Motor mit Frequenzumrichter
- h = Benutzungsstunden
- i = Lastprofilindex
- Level 3: individuell oder für Stichproben von Motoren bei einem Teilnehmer zu bestimmen:

Elektrische Leistungsaufnahme des Motors bei verschiedenen Lastzuständen

Zugehörige Durchflussmengen (z.B. bei der Lüftungsanlage)

Jährliche Benutzungsstunden der verschiedenen Lastniveaus

Pakete von Nachweismethoden für Pakete von Maßnahmen (Programme und Dienstleistungen)

- z. B. **Paket** “End-use actions zur Stromeinsparung im GHD-Sektor”:
 - 2 Landesförderprogramme für Sensoren / Beleuchtungssteuerung
 - Bundesförderprogramm Energieanalysen KMU (Audits)
 - Dienstleistung Energieeinspar-Contracting Contractor A
 - Dienstleistung Energieeinspar-Contracting Contractor B
 - Informationskampagne der dena zur Energieeffizienz im Gewerbe
- **Laufendes Monitoring** der Einzelaktivitäten durch einzelne Anbieter
- Möglichst **Abgleich in gemeinsamer Datenbank** Betriebe / Einsparhandlungen
- **Effektive und effiziente Arbeitsteilung bei regelmäßiger Evaluation:**
 - **Bundesweite Studien** für zu erhebende Grunddaten (z. B. je nach Fragestellung finanziert vom Bund, von Bundesländern, von Contracting-Verbänden)
 - ggf. **Abgleich** der aggregierten Bottom-up-Berechnungen mit Top-down-Berechnungen (Verbräuche; Diffusionsindikatoren) und **Metastudie** zu Einflüssen der einzelnen Bottom-up-Maßnahmen auf Bundesebene
 - **Einzelevaluationen** evtl. im Interesse einzelner Anbieter und bei signifikanter Größe der Einzelaktivitäten; ggf. gruppiert z.B. über Verbände

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !



Weitere Informationen finden Sie auf unserer Projekt-Website:

www.evaluate-energy-savings.eu