

Praxisbeispiel

LED-Umrüstung in einem Fachmarkt für Raumausstattung

Einsparnachweis aus dem Lastgang: Zählerebene · wirtschaftlich wirksam · wissenschaftlich – mit Tipps aus der Praxis

Steckbrief	
Objekt	Fachmarkt für Raumausstattung (Textilien, Bodenbeläge, Tapeten), Hamburg – Standort eines Referenzkunden aus dem Möbel- und Einrichtungshandel (anonymisiert)
Maßnahme	Umrüstung der Verkaufsflächenbeleuchtung auf LED, Umsetzung 06/2019
Installierte Leistung	23,57 kW → 6,49 kW (–17,08 kW, –72,5 %) laut Umsetzungsdokumentation
Beleuchtungsstärke	ca. 330 lx → ca. 440 lx (Stichprobenmessung vorher/nachher)
Messung	Viertelstunden-Lastgang (RLM) des Netzanschlusses, ausgewertet im Energiemonitoring-Portal
Zeiträume	Baseline 08.06.2017–07.06.2018 · Vergleichsjahr 08.06.2022–07.06.2023
Werkzeug	ESZ-Einsparrechner Beleuchtung V2.1 (OS-03, Browser-Tool, MIT-Lizenz) – das Beispiel ist dort als „Praxisbeispiel“ hinterlegt und kann mit einem Klick nachgerechnet werden
Rohdaten	beide Lastgänge als CSV (Open Data, CC BY 4.0)

1. Ausgangslage und Fragestellung

Nach einer Beleuchtungssanierung sinkt der Stromverbrauch am Zähler meist deutlich – aber nicht nur wegen der neuen Leuchten. Öffnungszeiten ändern sich, andere Verbraucher kommen hinzu oder fallen weg, Photovoltaik wird nachgerüstet. Für einen belastbaren Einsparnachweis muss deshalb getrennt werden, was

am Zähler insgesamt passiert ist und was der Maßnahme eindeutig zugerechnet werden kann. Im Pilotprojekt Einsparzähler hat ecc dafür drei Ebenen unterschieden:

- **Zählerebene:** Differenz zwischen Baseline-Verbrauch und Ist-Bezug – das, was der Kunde auf der Rechnung sieht.
- **Wirtschaftlich wirksam (stundenkorrigiert):** Leistungsreduktion × Betriebsstunden – nur der Teil, der der Maßnahme eindeutig zurechenbar ist. Kürzere Betriebszeiten im Vergleichsjahr werden nicht als Einsparung gezählt.
- **Wissenschaftlich (Lux-korrigiert):** zusätzlich bewertet, dass die neue Anlage mehr Licht liefert als die alte. Diese Ebene beschreibt den technischen Fortschritt, nicht den Kassenwert.

2. Vorgehen in fünf Schritten

1. **Lastgänge exportieren:** Baseline-Jahr vor der Maßnahme und ein Vergleichsjahr danach als Viertelstundenwerte (CSV) aus dem Portal bzw. vom Messstellenbetreiber.
2. **Betriebsstunden aus dem Lastgang bestimmen:** Je Tag Einschalt- und Ausschaltflanke der Beleuchtung erkennen (Schaltflankenverfahren); Tage ohne eindeutige Flanke (Sonn-/Feiertage, Schließtage) werden verworfen.
3. **Leistung vorher/nachher festlegen:** aus der Leuchtenliste bzw. Umsetzungsdokumentation; Gegenprobe mit dem Lastgang.
4. **Beleuchtungsstärke messen:** vorher und nachher an denselben Messpunkten, ohne Tageslicht; Sollwert nach DIN EN 12464-1 / ASR A3.4 dokumentieren.
5. **Einsparung auf drei Ebenen berechnen und plausibilisieren:** Die der Maßnahme zugerechnete Einsparung darf die Einsparung am Zähler nicht übersteigen.

3. Ergebnis der Lastganganalyse

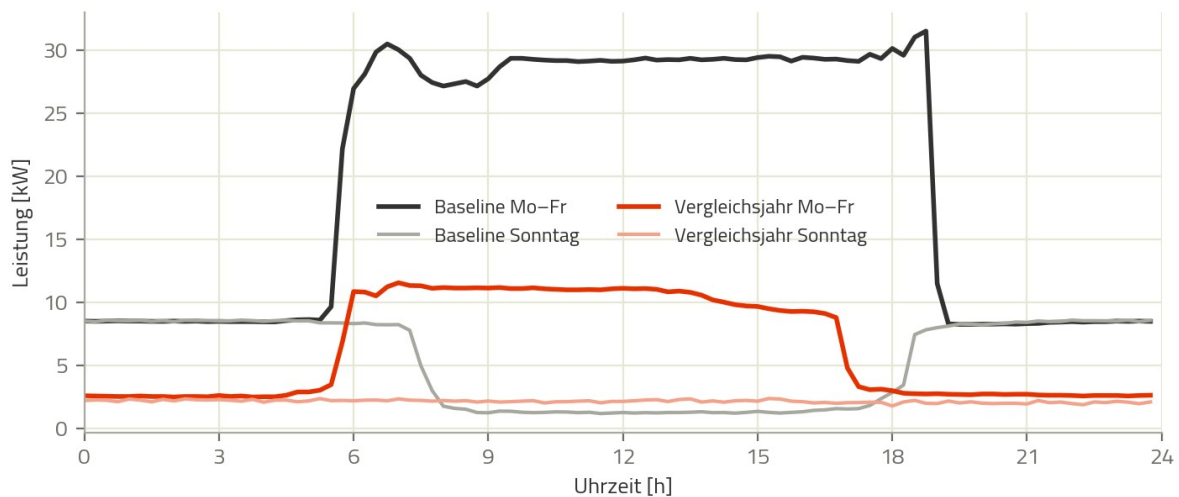


Abb. 1: Median-Tageslastgang an Werktagen und Sonntagen, Baseline (blau) und Vergleichsjahr (grün)

Kennwert	Baseline 2017/18	Vergleichsjahr 2022/23
Stromverbrauch am Zähler	142.622 kWh	46.751 kWh
Betriebstage Mo–Fr / Sa	248 / 52	238 / 42
typische Schaltzeiten Mo–Fr	05:45 – 19:00 Uhr	06:00 – 17:00 Uhr
Ø Nutzungsdauer Mo–Fr / Sa	12,99 h / 6,13 h	11,32 h / 5,89 h
Betriebsstunden gesamt	3.540 h/a	2.941 h/a
Tagesplateau Mo–Fr (Median)	29,2 kW	10,9 kW
Sonntag 10–16 Uhr (Median)	1,3 kW	2,2 kW
Nachtgrundlast Mo–Fr 0–5 Uhr	8,5 kW	2,5 kW

Was der Lastgang zeigt:

- Die Beleuchtung erzeugt an jedem Öffnungstag eine eindeutige Einschalt- und Ausschaltflanke – Voraussetzung für das Schaltflankenverfahren. An Sonntagen gibt es keine Flanke; diese Tage werden automatisch verworfen.
- Im Vergleichsjahr ist der Markt werktags rund 1,7 h kürzer geöffnet. Diese Verkürzung ist keine Einsparung der LED-Maßnahme und wird über die Stundenkorrektur herausgerechnet.
- Das Sonntagsprofil der Baseline verrät einen zweiten, zeitgesteuerten Verbraucher: Nachts liegen rund 7 kW an, die morgens abschalten und abends wieder einschalten. Werktags ist er im Lastgang „versteckt“, weil er zeitgleich mit der Beleuchtung schaltet. Im Vergleichsjahr ist diese Nachtlast weitgehend entfallen.
- Deshalb ist die an Werktagen gemessene Schaltstufe (Ø 21,4 kW) kleiner als die installierte Beleuchtungsleistung (23,6 kW): Beim Einschalten der Beleuchtung schaltet gleichzeitig die Nachtlast ab. Die Leistung wird daher aus der Leuchtenliste übernommen und der Lastgang nur als Gegenprobe genutzt.

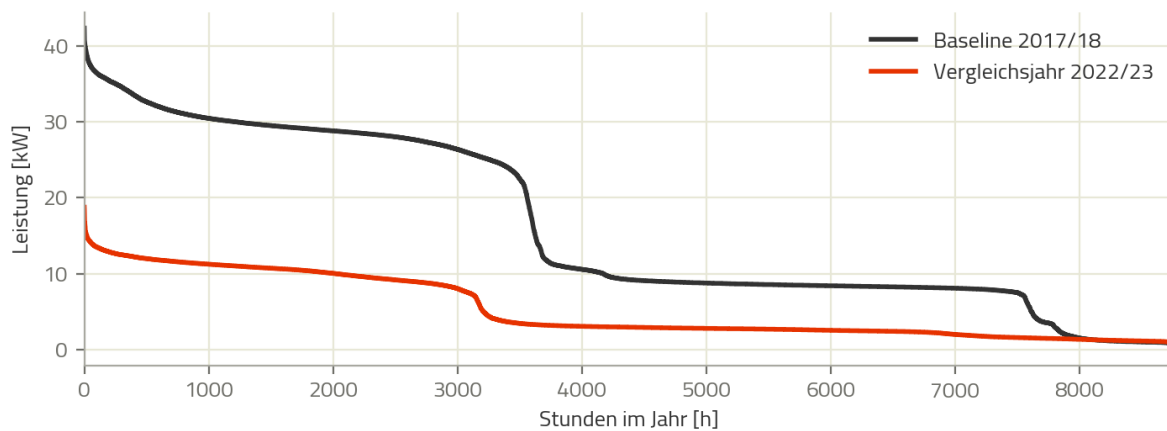


Abb. 2: Jahresdauerlinie – das Leistungsniveau über das ganze Jahr ist deutlich gesunken, die Anzahl der Stunden auf Tagesniveau leicht

4. Einsparung auf drei Ebenen

Ebene	Rechnung	Ergebnis
Zählerebene	142.622 – 46.751 kWh	95.871 kWh/a (–67,2 %)
wirtschaftlich wirksam (stundenkorrigiert)	$23,566 \text{ kW} \times 3.540 \text{ h} - 6,485 \text{ kW} \times 3.540 \text{ h}$	60.467 kWh/a
wissenschaftlich A (Lux-korrigiert)	$1,333 \times 60.467 \text{ kWh}$ (Faktor 440 lx / 330 lx)	80.622 kWh/a
wissenschaftlich B (Äquivalenzleistung)	$1,333 \times 83.424 \text{ kWh} - 22.957 \text{ kWh}$	88.275 kWh/a

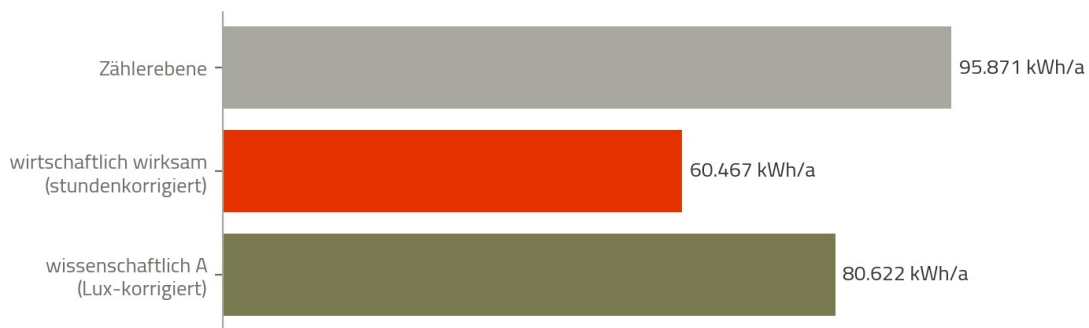


Abb. 3: Einsparung je Ebene

Einordnung:

- Rund 63 % der am Zähler gemessenen Einsparung sind der LED-Umrüstung eindeutig zuzurechnen. Die übrigen rund 35.400 kWh/a stammen aus anderen Einflüssen (kürzere Öffnungszeiten, entfallene Nachtlast) und werden der Maßnahme bewusst nicht gutgeschrieben.

- Stundenkorrektur: Im Vergleichsjahr wurden nur 2.941 h gemessen. Angesetzt werden trotzdem die 3.540 h der Baseline – die Korrektur wirkt ausschließlich einsparmindernd.
- Gegenprobe mit dem Lastgang: Tagesplateau minus Sonntagsniveau ergibt 27,9 kW (Baseline) und 8,7 kW (Vergleichsjahr), also 19,2 kW mit dem Tagesbetrieb geschaltete Leistungsminderung. Das ist mehr als die angesetzten 17,1 kW – die Beleuchtungseinsparung ist damit messtechnisch gedeckt.
- Die wissenschaftliche Ebene zeigt den technischen Mehrwert: Die neue Anlage liefert ein Drittel mehr Licht bei gut einem Viertel der Leistung. Für die Wirtschaftlichkeit des Kunden zählt die wirtschaftlich wirksame Ebene.

5. Tipps aus der Praxis

Unsere wichtigste Erfahrung aus den Beleuchtungsprojekten im Handel: Die Beleuchtungsstärke (Lux) ist eine notwendige, aber keine hinreichende Größe. Über den Erfolg beim Kunden entscheiden vor allem die Farbwiedergabe und die technische Kompatibilität.

5.1 Farbwiedergabe vor Lux

- Im Handel verkauft das Licht die Ware. Wirken Stoffe, Holz oder Tapeten unter der neuen Beleuchtung fahl oder farbstichig, hilft auch ein höherer Lux-Wert nicht – die Anlage wird nicht akzeptiert.
- Farbwiedergabeindex Ra (CRI): für Verkaufsflächen mindestens 80, für Textilien, Möbel und Einrichtung besser 90 und mehr. Zusätzlich den Wert R9 (gesättigtes Rot) im Datenblatt prüfen – er fehlt im Ra-Mittelwert und ist bei Holz-, Haut- und Rottönen entscheidend.
- Einheitliche Lichtfarbe (z. B. 3.000 K oder 4.000 K) und enge Farbtoleranz (MacAdam-Ellipse ≤ 3 SDCM) wählen, damit benachbarte Leuchten gleich aussehen – auch bei Nachlieferungen.
- Vor der Bestellung vor Ort bemustern: Musterleuchten über Originalware installieren und vom Kunden abnehmen lassen.
- Blendung und Gleichmäßigkeit beachten: Ein gleichmäßig ausgeleuchteter Verkaufsraum mit guter Farbwiedergabe wirkt heller als ein Raum mit höherem Lux-Mittelwert und harten Kontrasten.

5.2 Technische Kompatibilität

- Einschaltströme: LED-Treiber haben kurzzeitig hohe Einschaltströme. Die zulässige Anzahl Treiber je Leitungsschutzschalter (Charakteristik B/C) laut Herstellerangabe einhalten, sonst lösen Sicherungen beim Einschalten aus; ggf. Einschaltstrombegrenzer oder Stromkreise aufteilen.
- Bestand prüfen: Bei Retrofit-Leuchtmitteln die Verträglichkeit mit vorhandenen Vorschaltgeräten (KVG/EVG) klären oder konsequent umverdrahten; Mischinstallationen vermeiden.
- Steuerung und Dimmung: vorhandene Lichtsteuerung, Zeitschaltuhren, DALI oder 1–10 V mit den neuen Treibern abstimmen. Nicht kompatible Komponenten führen zu Flackern, Brummen oder Ausfällen.
- Netzqualität: Viele elektronische Treiber erzeugen Oberschwingungen; bei großen Anlagen Neutralleiterbelastung und Leistungsfaktor beachten.

- Einbausituation und Wärme: zulässige Umgebungstemperatur der Treiber (z. B. in abgehängten Decken) beachten – sie bestimmt die Lebensdauer.
- Systemgleichheit und Ersatzteile: möglichst wenige Leuchtentypen eines Herstellers mit gesicherter Nachlieferbarkeit einsetzen.

5.3 Messen und Nachweisen

- Das Schaltflankenverfahren funktioniert nur bei konstanter Last nach dem Einschalten. Werden Präsenzmelder, tageslichtabhängige Regelung oder Dimmung eingebaut, die Beleuchtung über einen eigenen Unterzähler messen.
- Immer auch das Sonntags- bzw. Schließtagsprofil ansehen: Es zeigt Grundlast und zeitgesteuerte Verbraucher, die werktags im Lastgang verborgen sind.
- Leistung aus der Leuchtenliste ansetzen und mit dem Lastgang gegenprüfen – nicht umgekehrt.
- Beleuchtungsstärke vorher und nachher an denselben, dokumentierten Messpunkten und ohne Tageslicht messen (abends oder bei geschlossenen Fenstern), Messgerät und Messhöhe notieren.
- PV-Anlagen: Die Messung muss den Gesamtverbrauch erfassen (hinter der Erzeugung) oder um den Eigenverbrauch bereinigt werden – sonst täuscht die Sonne Einsparungen und Schaltflanken vor.
- Öffnungszeiten, Umbauten und Schließtage während des Vergleichsjahres festhalten; sie erklären Abweichungen zwischen Zählerebene und Maßnahme.

6. Daten und Werkzeuge zum Nachrechnen

Datei	Inhalt	Lizenz
OS-03 ESZ-Einsparrechner Beleuchtung V2.1 (HTML)	Browser-Tool: CSV laden, Betriebsstunden ermitteln, drei Ebenen berechnen, Export; Praxisbeispiel integriert. Läuft lokal ohne Installation.	MIT
OS-05 Auswertungsvorlage V2.1 (Excel)	Dieselbe Rechnung für mehrere Standorte mit Formeln, ohne Makros	CC BY 4.0
Fachmarkt_Baseline_2017-06-08_bis_2018-06-07.csv	Viertelstundenleistung [kW], Zeitstempel = Intervallende, lokale Zeit	CC BY 4.0
Fachmarkt_Vergleichsjahr_2022-06-08_bis_2023-06-07.csv	wie oben, Vergleichsjahr	CC BY 4.0

Rechenweg, Zahlen und Grafiken dieses Beispiels lassen sich mit dem Einsparrechner (Schaltfläche „Praxisbeispiel laden“) vollständig reproduzieren.

Rechtliche Hinweise

Dieses Dokument steht unter CC BY 4.0 (Quelle: ecc – energy consulting circle, Pilotprojekt Einsparzähler ESZ-A-2018046). Die Messdaten sind anonymisiert. Angaben ohne Gewähr; Arbeiten an elektrischen Anlagen nur durch Elektrofachkräfte. Gefördert im Pilotprogramm Einsparzähler des BAFA.