

NACHWEIS-DOKUMENTATION – EINSPARZÄHLERPROJEKT (ESZ-A-2018044)

Hörburger GmbH, Objekt Nr. 55 – Einzelhandel Elektrofachmarkt

1. Systembeschreibung

Betrachtet wird das Gesamtsystem „Filiale“ in Bezug auf den elektrischen Gesamtenergiebedarf für die Verkaufsfläche. Die Wärmebereitstellung erfolgt über Klimaaußengeräte. Die Klimatisierung des Marktes erfolgt über die Klimaanlage im 3-Leiter-System und Umschaltboxen mit Klimainnenkassetten auf der Verkaufsfläche mit zusätzlichen Wandgeräten für Nebenflächen, sowie weiteren Klimakassetten in Nebenräumen. Zusätzlich verfügt die Lüftungsanlage über ein Kühlregister, wobei die genaue Zuordnung der Klimaaußengeräte zur Lüftungsanlage nicht eindeutig ist.

Die Verbraucher, welche in die energetische Betrachtung zur Optimierung miteinbezogen werden, sind: Beleuchtung, Klimatisierung, Lüftung.

Optimiert wird der Energiebedarf durch die Implementierung von bedarfsgeführten Regel- und Steuereinheiten für Klimatisierung und Beleuchtung. Als weitere Maßnahme werden ineffiziente Komponenten ausgewechselt.

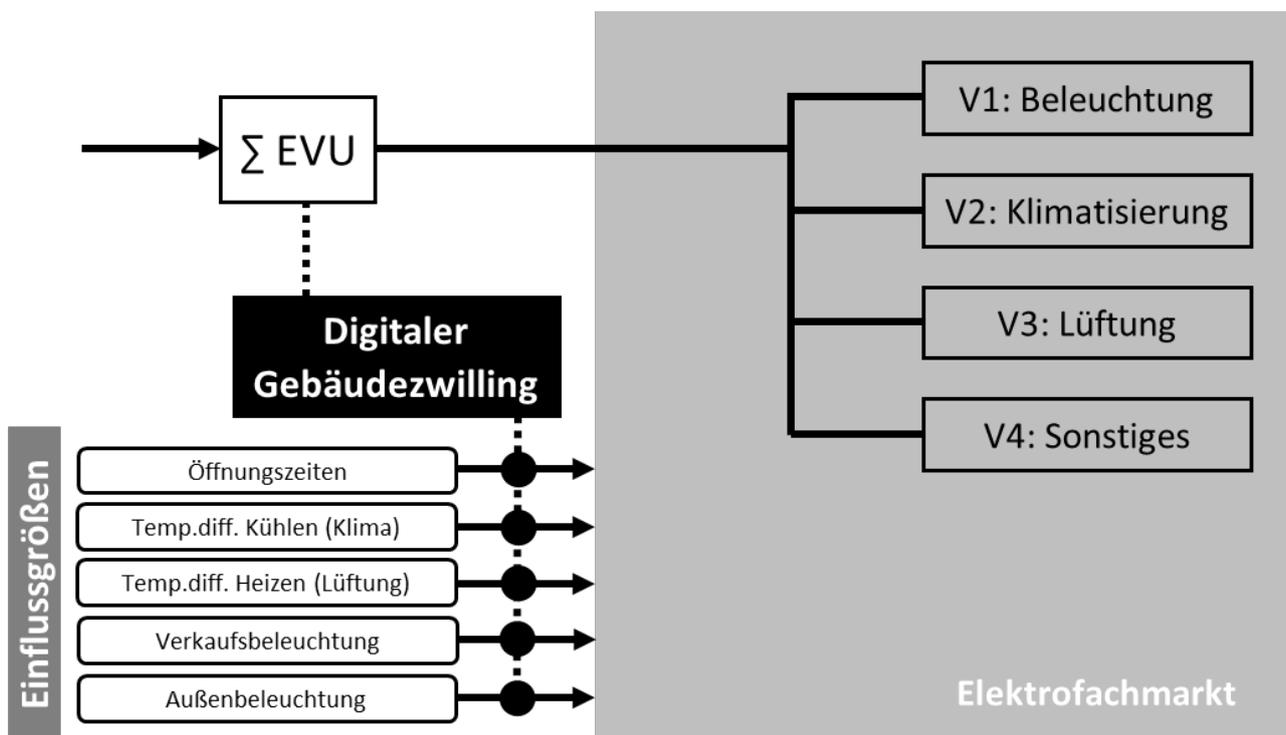


Abbildung 1: Systemskizze mit den Einflussgrößen für die betrachtete Filiale

Messkonzept: Standard-Messkonzept

Energieeffizienzmaßnahmen:

1. Austausch von konventioneller Beleuchtung durch LED
2. Bedarfsgeführte Ansteuerung von Beleuchtung
3. Bedarfsgeführte Ansteuerung von Klimatisierungskomponenten

2. Modellbildung

Beschreibung der Einflussgrößen

Einflussgröße	Beschreibung
Öffnungszeiten (x1)	Beschreibung der Geschäftszeiten der Filiale
Verkaufsbeleuchtung (x2)	Beschreibung der Schaltzeiten der Verkaufsbeleuchtung
Außenbeleuchtung (x3)	Beschreibung der Schaltzeiten der Werbe-/Außenbeleuchtung
Temperaturdifferenz Kühlen (x4)	Wert zur Beschreibung des Kühl-Falles in Abhängigkeit der Außentemperatur
Temperaturdifferenz Heizen (x5)	Wert zur Beschreibung des Heiz-Falles in Abhängigkeit der Außentemperatur

Tabelle 1: Einflussgrößen für die Modellbildung

Alle Einflussgrößen sind stündlich verfügbar. Ein einfacher **Zeitbezug mit der Funktion AN/AUS** wird wie folgt beschrieben:

- „1“ als Stundenwert beschreibt, dass die Komponente eingeschaltet ist
- „0“ als Stundenwert beschreibt, dass die Komponente ausgeschaltet ist

Einfluss der **Außentemperatur T_A** :

- Aus der Analyse des Lastgangs im Betrachtungszeitraum ergibt sich, dass Leistungsspitzen über das gesamte Jahr durch die temperaturabhängige Zuschaltung der Lüftungs- bzw. Klimageräte auftreten.

Der Einfluss der Größen „**Heizen**“ und „**Kühlen**“ wird wie folgt beschrieben:

- „Kühlen“: Außentemperatur $T_A > \text{Schwellwert } T_S \rightarrow \text{Einflussgröße: } x_4 = T_A - T_S$
- „Heizen“: Außentemperatur $T_A < \text{Schwellwert } T_S \rightarrow \text{Einflussgröße: } x_5 = T_S - T_A$
- Über die Einflussgrößen „Heizen“ und „Kühlen“ werden die Einflüsse der temperaturabhängigen Zuschaltung der Lüftungs- bzw. Klimaanlage abgebildet.

Baseline-Zeitraum

Zur Bildung des Modells (Baseline) wurde der Zeitraum vom 27.08.2018 bis zum 31.12.2019 vor Umsetzung der Energieeffizienzmaßnahmen gewählt. Die Verwendung älterer Daten zur Modellbildung wurde aufgrund der pandemiebedingten Ladenschließungen ab dem 18.03.2020 sowie den anschließenden Teillastbetrieben gewählt. Erste Effizienzmaßnahmen wurden im Zeitraum Mai-Juni 2020 umgesetzt, sodass der Berichtszeitraum am 01.07.2020 beginnt. Weitere Optimierungen erfolgten im April 2021. Der im Zeitraum 16.12.2020 – 24.05.2021 vorherrschende Teillastbetrieb wurde als Sonderöffnung berücksichtigt (siehe Abb. 3).

Baseline-Bildung

Zur Baseline-Bildung wurde mittels Regressionsanalyse ein Modell auf Basis von Stundenwerten erstellt. Die hohe Auflösung auf Stundenbasis dient außerdem dazu, das Modell als digitalen Gebäudewilling zur Prognose von Energieverbräuchen und -potentialen als auch zur Erkennung von Anomalien einzusetzen. Als Lastgangdaten wurden Daten vom RLM-Einspeisezähler des Messstellenbetreibers genutzt.

Als Ergebnis der statistischen Modell-Bildung ergibt sich folgende mathematische Funktion in Abhängigkeit der fünf Einflussgrößen:

$$\text{Lastgang [kW]} = 3,91 + 23,43 * x1 + 22,28 * x2 + 1,89 * x3 + 1,84 * x4 + 0,48 * x5$$

Die Zuordnung der Koeffizienten zu den Einflussgrößen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 2 zeigt die statistischen Ergebniswerte der linearen Regression zum verwendeten Modell.

Multipler Korrelationskoeffizient	0,945326168
Bestimmtheitsmaß	0,893641565
Adjustiertes Bestimmtheitsmaß	0,893596509
Standardfehler	7,825373332
Beobachtungen	11809

Tabelle 2: Statistische Ergebniswerte der linearen Regression

3. Ergebnisse und Auswertung

Beschreibung der Lastgänge vor, während und nach den Effizienzmaßnahmen

Im Folgenden wird der Reallastgang dem Modelllastgang in zwei Darstellungen gegenübergestellt. Dazu wird der Verlauf im Zeitraum der Baseline-Bildung sowie während des Berichtszeitraums aufgezeigt. Der unbereinigte Lastgang (in grau) bildet den tatsächlich gemessenen Lastgang ab. Der bereinigte Lastgang (in rot) stellt den durch die Einflussgrößen gebildeten Lastgang (Modell) dar. Im Baseline-Zeitraum kann gegengeprüft werden, wie gut das Modell den Reallastgang abbildet (Abbildung 2). In Abbildung 3 ist anhand des Lastganges im Berichtszeitraum der Rückgang der Last durch die Effizienzmaßnahmen erkennbar.

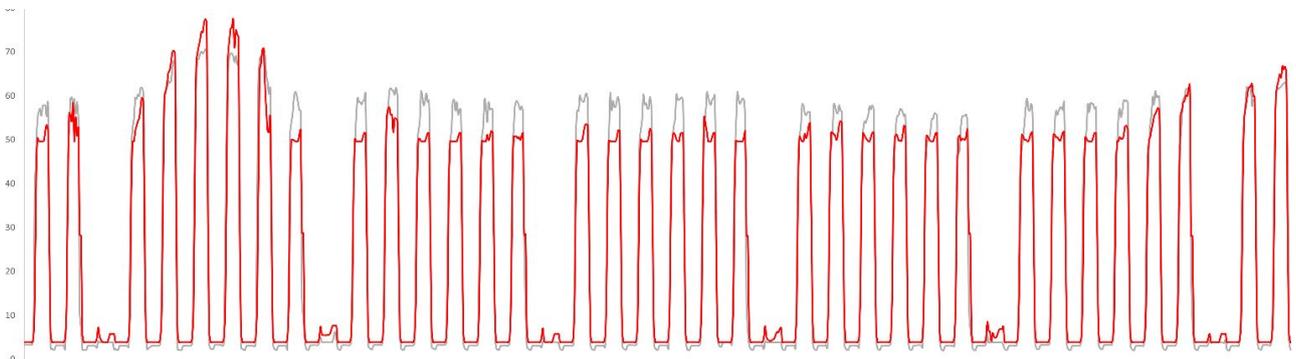


Abbildung 2: Lastgang im Baseline-Zeitraum (Ausschnitt: 19.07.2019 – 27.08.2019). Graue Linie: Reallastgang (Messwerte); Rote Linie: Modelllastgang.

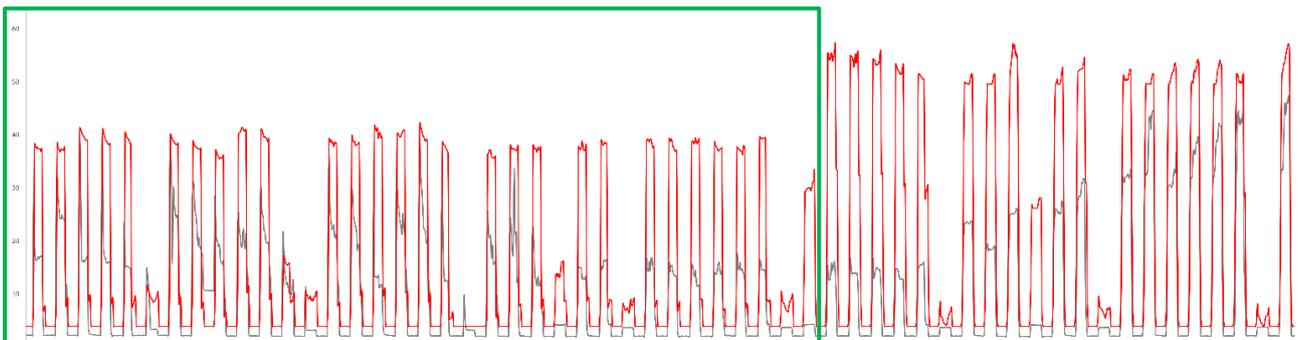


Abbildung 3: Lastgang im Berichtszeitraum (Ausschnitt: 20.04.2021 – 14.06.2021). Graue Linie: Reallastgang (Messwerte); Rote Linie: Modelllastgang; Grün markiert: Teilöffnung „Click & Collect“.

Einsparungen im Zeitraum 01.07.2020 - 14.06.2023:

Energiemenge: 147.387 kWh

Effizienzsteigerung: 12 % (Reduzierte Energiemenge im Vergleich zum Baseline-Zeitraum)

Ergänzende Anmerkungen nach Überarbeitung zum 4. Zwischennachweis 2022:

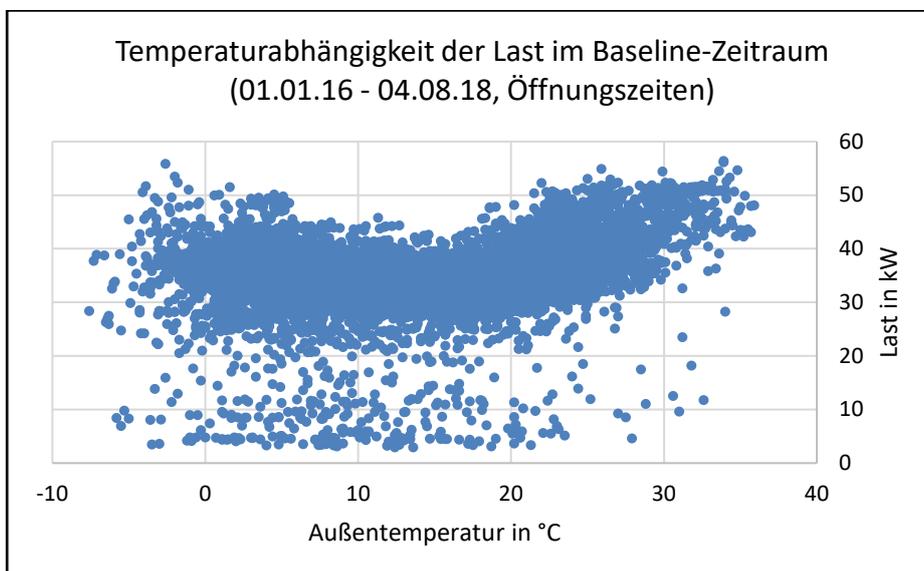
- Die Abhängigkeit der Last von der Außentemperatur während der Öffnungszeiten am Standort wurde durch Auftragung der Messwerte im Baseline-Zeitraum in einem Streudiagramm untersucht.
- Der Schwellwert für den Außentemperatureinfluss im Kühlfall wurde von $T_{S,K} = 20\text{ °C}$ auf $T_S = 17\text{ °C}$ korrigiert.
- Der Schwellwert für den Außentemperatureinfluss im Heizfall wurde von $T_{S,H} = 20\text{ °C}$ auf $T_S = 8\text{ °C}$ korrigiert.
- Nach Neuberechnung der Modellparameter ergibt sich für den Modelllastgang folgende Funktion:

$$\text{Lastgang}_{\text{neu}}[\text{kW}] = 4,28 + 22,94 * x_1 + 23,78 * x_2 + 2,76 * x_3 + 0,89 * x_4 + 1,5 * x_5$$

Mit den statistischen Werten: Multipler Korrelationskoeffizient: 0,946; Bestimmtheitsmaß: 0,895; Adj. Bestimmtheitsmaß: 0,895; Standardfehler: 7,78.

- Die aus der Differenz von Modell- und gemessenem Lastgang berechneten Energieeinsparungen ändern sich im bisher betrachteten Nachweiszeitraum um insgesamt + 2 %. Nachfolgend eine vergleichende Übersicht der bisherigen (eingereichten) mit den Neuberechneten Summen.

	Berechnete Energieeinsparungen in kWh		
	Bisheriges Modell (eingereicht)	Nach Modellanpassung	Abweichung
1. Förderjahr			
2. Förderjahr			
3. Förderjahr	39.765	36.414	-8 %
4. Förderjahr	44.125	44.589	1 %
gesamt	83.890	81.003	-3 %



Sie haben Fragen zu diesem Nachweis oder ganz allgemein zum Förderprogramm Einsparzähler und unseren Lösungen?

Wir sind gerne für Sie da.

Hörburger GmbH
Niederlassung Erfurt
Am Urbicher Kreuz 32
99099 Erfurt

Ihr Ansprechpartner:
Anni Blumenstock
Tel. +49 (0) 361 / 44214-0
E-Mail: erfurt@hoerburger.de

www.hoerburger.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages