



---

# Standardisierte Massnahme LU-01

## Lüftungsanlagen

### Dokumentation

Massnahmennummer

LU-01

Version

2.0 (11.2025)

---

Version	Änderungen gegenüber der vorherigen Version
1.0	Erste Fassung
2.0	Ergänzung der Methode für die Betriebsoptimierungsmassnahmen Berechnung der Stromeinsparungen anhand der effektiven Betriebsstunden für Anlagen mit einer oder zwei Geschwindigkeiten und Zeitschaltung Berechnung der anrechenbaren Stromeinsparungen in kWh Diverse textliche Anpassungen



## 1 Vorwort

Mit dem Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien hat das Parlament in der Herbstsession 2023 eine neue Verpflichtung der Elektrizitätslieferanten zur Umsetzung von Stromeffizienzmassnahmen festgeschrieben. Gemäss Artikel 46b des Energiegesetzes (SR 730.0; EnG) müssen Elektrizitätslieferanten Massnahmen für Effizienzsteigerungen an bestehenden elektrisch betriebenen Geräten, Anlagen und Fahrzeugen bei schweizerischen Endverbraucherinnen und Endverbrauchern umsetzen oder entsprechende Nachweise erwerben, wenn Dritte die Massnahmen umsetzen. Das Bundesamt für Energie (BFE) bezeichnet jährlich eine Liste von standardisierten Massnahmen und deren anrechenbare Stromeinsparungen. Massnahmen, die nicht im Katalog der standardisierten Massnahmen enthalten sind, können dem BFE als sogenannte nicht standardisierte Massnahmen zur Zulassung vorgelegt werden.

Für jede standardisierte Massnahme stellt das BFE ein Einsparprotokoll zur Verfügung, mit dem Elektrizitätslieferanten die umgesetzten Massnahmen melden können. In der begleitenden Dokumentation wird die Methodik zur Bestimmung der anrechenbaren Stromeinsparungen nachvollziehbar erläutert. Die vorliegende Methodik schätzt die kumulierten Stromeinsparungen (Endenergie), welche durch die Umsetzung der entsprechenden Stromeffizienzmassnahme über die Wirkungsdauer ausgelöst werden. Sie beruht auf einem Messverfahren und/oder einer Ex-ante Berechnung, welche durch geltende Normen, Marktstudien, die wissenschaftliche Literatur und Expertenbeiträge definiert werden konnten.

Die Dokumentation richtet sich an Elektrizitätslieferanten, Umsetzerinnen von Stromeffizienzmassnahmen sowie an alle anderen Personen, die sich für die Stromeinsparungen im Rahmen der Effizienzsteigerungen nach Artikel 46b EnG interessieren.

## 2 Ziel

Das Ziel des vorliegenden Dokuments ist es, die Stromeinsparungen, welche durch die Sanierungen von bestehenden Lüftungsanlagen oder deren Komponenten ausgelöst werden, zu schätzen.

## 3 Symbole, Begriffe und Einheiten

### *Lateinische Buchstaben*

Symbol	Begriff	Einheit
$E$	jährlicher Stromverbrauch	kWh/a
$\Delta E_{eco}$	kumulierte Stromeinsparungen	kWh
$f$	Faktor	-
$N_s$	Standardwirkungsdauer	a
$q_v$	Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$	Gesamtdruckdifferenz	Pa
$P_m$	mechanische Leistung	kW
$t$	Betriebsstunden	h/a

### *Griechische Buchstaben*

Symbol	Begriff	Einheit
$\eta$	Wirkungsgrad	-

### *Indizes*

$x$	Zustand (alt, neu)
$i$	Lastintervalle
$M$	Motor
$T$	Transmission
$V$	Ventilator



CF

Frequenzumrichter

## 4 Beschreibung der Ex-ante-Berechnung

### 4.1 Anrechenbare Stromeinsparungen

Als anrechenbare Stromeinsparungen  $\Delta E_{eco}$  der Massnahme gilt die Differenz zwischen dem aktuellen (bestehender Zustand)  $E_{alt}$  und dem neuen (sanierter Zustand) jährlichen Stromverbrauch  $E_{neu}$ , welche über die Standardwirkungsdauer  $N_s$  kumuliert ist.

Um die natürliche Erneuerungs- und Optimierungsrate von Geräten und Anlagen zu berücksichtigen, die ohne gesetzliche Verpflichtungen zu einer Senkung des Energieverbrauchs führt, werden die anrechenbaren Stromeinsparungen mit Hilfe eines Reduktionsfaktors  $f_{eco}$  von 0.75 reduziert.

$$\Delta E_{eco} = (E_{alt} - E_{neu}) \cdot f_{eco} \cdot N_s \quad (1)$$

$\Delta E_{eco}$	kumulierte Stromeinsparungen, in kWh
$E_{alt}$	jährlicher Energieverbrauch des alten Zustandes, in kWh/a
$E_{neu}$	jährlicher Energieverbrauch des neuen Zustandes, in kWh/a
$f_{eco}$	Reduktionsfaktor
$N_s$	Standardwirkungsdauer, in Jahren

### 4.2 Jährlicher Energieverbrauch

Für die Sanierung von Lüftungsanlagen sind zwei Standardmethoden definiert, die je nach Ausgangslage anzuwenden sind. Im besten Fall wird vorgängig eine Bedarfs- oder Feinanalyse durchgeführt. Dadurch kann die neue Anlage optimal ausgelegt und/oder gesteuert werden. Aus den Erfahrungen sind bei solchen Systemen mehr Stromeinsparungen möglich. Alternativ können die erzielten Stromeinsparungen auch anhand der technischen Eigenschaften der Anlage berechnet werden. Dadurch werden Stromeinsparungen allein durch die heutzutage effizienteren Komponenten erzielt.

#### 4.2.1 Ersatz mit Feinanalyse

Ist der elektrische Energieverbrauch des alten und neuen Zustandes  $E_x$  aus einer Feinanalyse oder Messungen bekannt (siehe Anhang A), kann das Ergebnis zur Berechnung der anrechenbaren Einsparung verwendet werden.

#### 4.2.2 Ersatz ohne Feinanalyse

Diese Methode ist auf eine installierte elektrische Gesamtleistung von maximal 20 kW begrenzt. Der elektrische Energieverbrauch  $E_x$  einer Lüftungsanlage hängt vom Volumenstrom  $q_{v,x}$ , der Gesamtdruckdifferenz  $\Delta p_x$  sowie der Betriebszeit  $t_{i,x}$  ab [4]. Dabei haben die Wirkungsgrade  $\eta$  der verwendeten Komponenten einen direkten Einfluss auf den Energieverbrauch. Das Produkt der Teilwirkungsgrade wird bei neuen Anlagen häufig zum Gesamtwirkungsgrad  $\eta_{tot}$  zusammengefasst. Bei neuen Kompaktanlagen ist der Gesamtwirkungsgrad auf dem Datenblatt angegeben.

Im Teillastbetrieb nimmt die elektrische Leistungsaufnahme von Ventilatoren proportional zu der 2.5 Potenz des relativen Volumenstroms ab. Somit werden für die Berechnung des Energieverbrauchs die jährlichen Teillastbetriebszeiten in verschiedene Lastintervalle aufgeteilt und anschliessend summiert. Die Indizes  $i$  und  $x$  bezeichnen unabhängig voneinander die Lastintervalle, beziehungsweise den bestehenden (*alt*) oder den sanierten (*neu*) Zustand. Der jährliche Stromverbrauch wird somit wie folgt ausgedrückt:

$$E_x = \frac{q_{v,x} \cdot \Delta p_x}{3.6 \cdot 10^6} \cdot \sum_i \frac{t_{i,x}}{\eta_{V,x} \cdot \eta_{T,x} \cdot \eta_{M,x} \cdot \eta_{CF,x}} \cdot \left( \frac{q_{v,i,x}}{q_v} \right)^{2.5} \quad (2)$$



$E_x$	jährlicher Stromverbrauch, in kWh/a
$q_{V,x}$	Volumenstrom, in m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$	Gesamtdruckdifferenz, in Pa
$t_{i,x}$	Betriebsstunden, in h/a
$\eta_{V,x}$	Wirkungsgrad des Ventilators
$\eta_{T,x}$	Wirkungsgrad der Transmission
$\eta_{M,x}$	Wirkungsgrad des Motors
$\eta_{CF,x}$	Wirkungsgrad des Frequenzumrichters

Sind keine genaueren Angaben der alten Anlage vorhanden, kann alternativ der Energieverbrauch der Lüftungsanlage über die Nenndaten des ursprünglichen Motors (Typenschild) abgeschätzt werden. Auf Grund der höheren Ungenauigkeit und möglicher Überdimensionierung wird hier mit einem pauschalen Abschlagfaktor von 0.75 gerechnet. Der jährliche Stromverbrauch kann in diesem Fall wie folgt berechnet werden:

$$E_{alt} = 0.75 \cdot \frac{P_{m,alt}^{nom}}{\eta_{M,alt} \cdot \eta_{CF,alt}} \cdot \sum_i t_{i,alt} \cdot \left( \frac{q_{V,i,alt}}{q_{V,alt}} \right)^{2.5} \quad (3)$$

$E_{alt}$	jährlicher Stromverbrauch des alten Zustandes, in kWh/a
$t_{i,alt}$	Betriebsstunden, in h/a
$q_{V,alt}$	Volumenstrom, in m <sup>3</sup> /h
$\eta_{M,alt}$	Wirkungsgrad des Motors
$\eta_{CF,alt}$	Wirkungsgrad des Frequenzumrichters
$P_{m,alt}^{nom}$	Nennleistung des Motors (Welle), in kW

Der Wirkungsgrad von Frequenzumrichter kann als Funktion der Motornennleistung (an der Welle)  $P_{m,x}^{nom}$  ausgedrückt werden [4]:

$$\eta_{CF,x} = 0.79 + 0.22 \cdot \left( 1 - \frac{1}{\log_{10}(40 \cdot P_{m,x}^{nom})} \right) \quad (4)$$

$P_{m,x}^{nom}$	Nennleistung des Motors (Welle), in kW
$\eta_{CF,i,x}$	Wirkungsgrad des Frequenzumrichter

## 5 Eingabevariablen

### Allgemein

- Volumenstrom, in m<sup>3</sup>/h (*Zahl*)
- Druckdifferenz, in Pa (*Zahl*)
- Betriebsstunden, in h/a (*Zahl*)
- Nennleistung (Welle) des Motors, in kW (*Zahl*)
- Anzahl Pole (*Mehrfachauswahl*)
- Baujahr des Motors (*Mehrfachauswahl*)
- Typ des Getriebes (*Mehrfachauswahl*)
- Typ des Betriebes (*Mehrfachauswahl*)
- SIA-Gebäudekategorie (*Mehrfachauswahl*)



## 6 Annahmen und Daten

### Allgemein

- i. Die Standardwirkungsdauer der Massnahme  $N_s$  nach Art der Umsetzung ist in der Tabelle 1 festgelegt.

**Tabelle 1** Standardwirkungsdauer

Art der Umsetzung	Standardwirkungsdauer [a]
Betriebsoptimierung : Anpassung der Betriebszeiten	1
Betriebsoptimierung : Einbau einer modulierenden Steuerung	4
Ersatz des gesamten Systems (Motor, Getriebe und Turbine)	15

- ii. Die Wirkungsgrade der Motoren entsprechen den Mindestanforderungen an die Effizienzklassen IE gemäss der europäischen Verordnung 2019/1781 [1]. Die Effizienzklasse des alten Motors wird in Abhängigkeit vom Baujahr des Geräts gemäss Tabelle 2 bestimmt.

**Tabelle 2** Effizienzklassen nach Baujahr [4]

Baujahr	Klasse
< 1999	IE1
1999 – 2007	IE2
2008 – 2016	IE3
> 2016	IE4

- iii. Die Wirkungsgrade der üblichen Getriebearten für Ventilatoren sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

**Tabelle 3** Wirkungsgrade der üblichen Getriebearten [3]

Getriebeart	Wirkungsgrad $\eta_{T,x}$ [-]
Kein / Direkt	1.000
Flach oder Zahnriemen	0.980
Keilriemen	0.905

- iv. Für die Berechnung des Wirkungsgrades der bestehenden Ventilatoren  $\eta_{V,alt}$  wird ein einziger Wert benutzt, welcher aus einem Anteil axial oder rückwärtsgekrümmte Ventilatoren und 1/3 vorwärtsgekrümmte Ventilatoren besteht und als Funktion der Motornennleistung (an der Welle)  $P_{m,alt}^{nom}$  ausgedrückt wird [7]. Für die Berechnung der neuen Anlage wird der Gesamte Wirkungsgrad  $\eta_{tot,neu}$  gemäss Datenblatt benutzt.

$$\eta_{V,alt} = 0.0357 \cdot \ln(P_{m,alt}^{nom}) + 0.6656 \quad (5)$$

- v. Die Volumenströme im Teillastbereich  $q_{V,i}$  für die verschiedenen Betriebsarten werden anteilmässig zum Nennvolumenstrom  $q_V$  ausgedrückt und sind in Tabelle 4 zusammengefasst.



**Tabelle 4** Fördermengen im Teillastbereich nach Betriebsart [4]

Lastintervalle $i$	Eine Geschwindigkeit mit Zeitschaltung	Zwei Geschwindigkeiten mit Zeitschaltung	Modulierend, Regelung über Sonde
0 %	0	0	0
1 % – 25 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.30 \cdot q_V$
26 % – 50 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.50 \cdot q_V$
51 % – 75 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.75 \cdot q_V$
76 % – 100 %	$q_V$	$q_V$	$q_V$

- vi. Die Betriebszeiten in den verschiedenen Lastintervallen  $i$  für Anlagen mit einer modulierenden Regelung (über Sonde) werden anhand der Raumflächen und Raumnutzungen gemäss des Merkblatts SIA 2024 bestimmt [6]. Standardweise werden die typischen Flächenanteile der Raumnutzungen pro SIA-Gebäudekategorie gemäss Anhang 6 des Merkblatts benutzt. Die folgenden Werte sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

**Tabelle 5** Betriebsstunden nach Lastintervallen [6]

Gebäudekategorie	0 %	1 – 25 %	26 – 50 %	51 – 75 %	76 – 100 %
Wohnen MFH	2'774	110	1'843	1'241	2'792
Büro	3'645	579	1'933	355	501
Schule (ohne Turnhalle)	3'752	519	2'120	436	310
Verkauf (Fachgeschäft)	3'072	841	3'072	62	790
Restaurant (mit Küche)	3'837	1'390	1'958	124	477
Versammlungsort	3'297	897	2'511	78	978
Spital	1'750	973	1'830	141	3'692
Industrie	2'864	1'125	2'109	454	561
Lager	1'167	1'485	2'125	1'133	953
Sportbauten	3'158	261	2'117	858	494
Hallenbad	3'239	261	1'828	1'518	790
Hotel*	3'265	830	1'971	2'043	227

\* Diese Kategorie wurde zusätzlich zu der im Merkblatt aufgeführten Liste aufgenommen.

## 7 Resultate

Angesichts der präsentierten Annahmen und Daten werden die anrechenbaren Stromeinsparungen für Lüftungsanlagen einheitlich ermittelt. Je nach Umfang der vorhandenen Datengrundlage kann die anrechenbare Einsparung auf verschiedenen Wegen bestimmt werden. Diese standardisierte Berechnungsmethode bietet zudem Standardwerte für nahezu alle Parameter an, die verwendet werden können, wann immer die zur Berechnung notwendige Angaben nicht vorhanden sind. Dafür werden die öffentliche zugängliche Monitoringlisten LU-01a und LU-01b benutzt.

## 8 Beispiel

**Szenario A:** Es werden die Ventilatoren (inkl. Antriebssystem) der gesamten Lüftungsanlage eines Einkaufszentrums ersetzt. Die einzelnen Parameter und jährlichen Stromverbräuche vor und nach der Umsetzung werden durch eine Feinanalyse gemessen, bzw. berechnet.



Nutzung	Jährlicher Stromverbrauch (alt) [kWh/a]	Jährlicher Stromverbrauch (neu) [kWh/a]	Anrechenbare Stromeinsparungen [kWh]
Verkauf	150'000	100'000	<b>526'500</b>

Szenario B: Es wird ein Ventilator (inkl. Antriebssystem) der Lüftungsanlage eines Schulhauses ersetzt. Die einzelnen Parameter und jährlichen Stromverbräuche vor und nach der Umsetzung werden aus den Datenblättern und Typenschildern entnommen:

#### Aktueller Zustand

- Ventilator: keine Angaben
- Motor (gemäss Typenschild): Nennleistung 10 kW, 4 Pole, Baujahr 1999 – 2007
- Getriebe: Flachriemen
- Regelung: 2 Geschwindigkeiten, mit Zeitschaltuhr
- Betriebsstunden: Vollast 2'280 h/a (240 d/a, 12 h/a) und Teillast 480 h/a (240 d/a, 2 h/a)

#### Neuer Zustand

- Ventilator: Volumenstrom 33'000 m<sup>3</sup>/h, Gesamtdruckdifferenz 750 Pa
- System: Gesamteffizienz 65.2 %
- Regelung: modulierend, mit Sonde

Nutzung	Jährlicher Stromverbrauch (alt) [kWh/a]	Jährlicher Stromverbrauch (neu) [kWh/a]	Anrechenbare Stromeinsparungen [kWh]
Schule	25'607	9'848	<b>188'538</b>

## 9 Quellen

- [1] Europäische Kommission, *Verordnung (EU) 2019/1718 der Kommission vom 1. Oktober 2019 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Elektromotoren und Drehzahlregelungen gemäß der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 641/2009 im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von externen Nassläufer-Umwälzpumpen und in Produkte integrierten Nassläufer-Umwälzpumpen und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission*, Brüssel, 2019.
- [2] C. Burt, X. Piao, F. Gaudi, B. Busch, and N. Taufik, *Electric Motor Efficiency under Variable Frequencies and Loads*, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 134 (2), Pages 129-136, April 2008.
- [3] A. Huser, A. Huber et G. Huser, *Ravel Manuel de l'industrie – Notions et données d'économies d'énergie*, Bundesamt für Energie (BFE), Bern, 1994.
- [4] *Ersatz eines Lüftungsmonoblock*, Programm PEIK, Bern, 2019.
- [5] Europäische Kommission, *Verordnung (EU) Nr. 327/2011 der Kommission vom 30. März 2011 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Ventilatoren, die durch Motoren mit einer elektrischen Eingangsleistung zwischen 125 W und 500 kW angetrieben werden*, Brüssel, 2011.
- [6] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, *Raumnutzungsdaten für die Energie- und Gebäudetechnik*, SIA 2024, 2021.
- [7] *Projektdaten ProKilowatt Förderprogramme von Lüftungsprojekte im Rahmen von Optivent 1, Optivent 2, OptiFood, OptiTown, OptiCare, OptiAct*, Renera AG, 2024.



## Anhang A

Feinanalysen von Lüftungsanlagen müssen mindestens folgende Anforderungen erfüllen und/oder Punkte enthalten:

- Bei der Analyse ist die elektrische Seite (Aufnahmeleistung der Elektromotoren) nicht isoliert zu betrachten und soll die Priorität der Bedarfsseite gegeben werden (Prozessanforderungen, Volumenstrom, Druckdifferenzen, hydraulische Leistung, effektive Betriebspunkte, Regelregime, typische Betriebsfälle etc.).
- Die Prozessanforderungen müssen mit dem zuständigen Betriebspersonal besprochen werden. Dies ist wichtig, da zu grosse Fördervolumina, insbesondere bei der Förderung von Gasen (LTA) und der Fluidförderung in geschlossenen Kreisläufen, einen grossen energetischen Einfluss haben.
- *Ist-Zustand* : Der jährliche Stromverbrauch des Systems ist transparent hergeleitet.
- *Soll-Zustand* : Der zu erwartende Stromverbrauch ist mit Hilfe eines technischen Massnahmenbeschriebs klar und plausibel hergeleitet.
- Die durchgeführten Arbeiten müssen in einem Projektbericht dokumentiert werden. Dieser soll eingangs auch eine kurze Zusammenfassung der Resultate und der Empfehlungen zu den Massnahmen umfassen.

Weitere Informationen zum typischen Umfang einer Feinanalyse finden Sie [hier](#).