



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,  
Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Energie BFE**

---

# Standardisierte Massnahme DL-01

## **Ersatz von Druckluftkompressoren**

### Dokumentation

Massnahmennummer

DL-01

Version

1.0 (11.2024)

---



## 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 (EnG; SR 730.0) 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 pauschal die kumulierten Stromeinsparungen (Endenergie), welche durch die Umsetzung der entsprechenden Stromeffizienzmassnahme über die Wirkungsdauer ausgelöst werden können. Sie beruht auf einer Ex-ante-Berechnung und verwendet Annahmen und Faktoren, die durch geltende Normen, Marktstudien, die wissenschaftliche Literatur und Expertenbeiträge definiert werden konnten.

Die Dokumentation richtet sich an Elektrizitätslieferanten, Umsetzerinnen von Stromsparmassnahmen 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 den Ersatz von Druckluftkompressoren ausgelöst werden, pauschal zu schätzen.

## 3 Symbole, Begriffe und Einheiten

### Lateinische Buchstaben

Symbol	Begriff	Einheit
$E$	Jährlicher Stromverbrauch	kWh/a
$\Delta E_{eco}$	Anrechenbare Stromeinsparungen	MWh
$\dot{E}$	Elektrische Nennleistung (Motor)	kW
$N_s$	Standardwirkungsdauer	a
$f$	Faktor	-
$t$	Volllaststunden	h/a

### Indizes

$x$	Zustand (alt, neu)
-----	--------------------

## 4 Beschreibung der Ex-ante-Berechnung

### 4.1 Anrechenbare Einsparungen

Die anrechenbaren Stromeinsparungen  $\Delta E_{eco}$  der Massnahme berechnen sich aus der Differenz zwischen dem aktuellen (bestehender Zustand)  $E_{alt}$  und dem neuen (sanierter Zustand) Stromverbrauch  $E_{neu}$  über die Standardwirkungsdauer  $N_s$ .

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.



$$\Delta E_{eco} = 0.001 \cdot (E_{alt} - E_{neu}) \cdot f_{eco} \cdot N_s$$

$\Delta E_{eco}$	Anrechenbare Stromeinsparungen, in MWh
$E_{alt}$	Jährlicher Stromverbrauch des alten Zustandes, in kWh/a
$E_{neu}$	Jährlicher Stromverbrauch des neuen Zustandes, in kWh/a
$f_{eco}$	Reduktionsfaktor
$N_s$	Standardwirkungsdauer, in Jahren

#### 4.2 Jährlicher Stromverbrauch

Für den Ersatz von Druckluftkompressoren sind zwei Standardmethoden definiert, die je nach Ausgangslage anzuwenden sind. Der schnelle und einfache Weg wäre ein pauschaler 1 zu 1 Ersatz eines Druckluftkompressors. Dadurch werden Stromeinsparungen allein durch die heutzutage effizienteren Druckluftkompressoren erzielt, jedoch sind die Einsparungen zu begrenzen, weil das System und der effektive Druckluftbedarf nicht berücksichtigt werden. Im besten Fall wird vorgängig den Druckluftbedarf ermittelt. Dadurch kann der neue Druckluftkompressor oder die neuen Druckluftkompressoren optimal ausgelegt werden. Aus den Erfahrungen sind bei solchen Systemen mehr Stromeinsparungen möglich.

##### Pauschalansatz

Der jährliche Stromverbrauch  $E_{alt}$  kann auf folgende Arten bestimmt werden (Auflistung mit abnehmender Genauigkeit):

Strombedarf unbekannt	$E_{alt} = \dot{E}_m \cdot t$
--------------------------	-------------------------------

Strombedarf bekannt	$E_{alt} = \text{Bekannter Wert aus Steuerung / Messpunkt}$
------------------------	---

$\dot{E}_m$	Elektrische Nennleistung Motor, in kW
$E_{alt}$	Jährlicher Stromverbrauch des alten Zustandes, in kWh/a
$t$	Volllaststunden, in Stunden pro Jahr

Der pauschale Ansatz kann bei kleineren Leistungen angewandt werden und wird mit einem Einsparungsfaktor  $f_{eff}$  des alten jährlichen Stromverbrauchs angerechnet. Der jährliche Stromverbrauch wird somit wie folgt ausgedrückt:

Pauschal Einsparungen	$E_{neu} = E_{alt} \cdot (1 - f_{eff})$
--------------------------	---

$E_{neu}$	Jährlicher Stromverbrauch des neuen Zustandes, in kWh/a
$E_{alt}$	Jährlicher Stromverbrauch des alten Zustandes, in kWh/a
$f_{eff}$	Einsparungsfaktor

##### Systemansatz (Analyse Druckluftsystem)

Eine Druckluftanalyse soll immer bevorzugt werden, weil die Einsparungen meistens grösser ausfallen als bei einem direkten 1 zu 1 Ersatz. Die Analyse soll über mindestens 1 Woche durchgeführt werden, inkl. Wochenende. Dabei ist es wichtig, den Ist-Zustand für die Analyse nicht zu verändern. Folgende Ergebnisse von der Analyse sind zu dokumentieren:

- Druckluftbedarf inkl. Profil
- Strombedarf
- Hochrechnung auf 1 Jahr
- Vorschlag der neuen Anlage



- Dokumentation bzw. Analysebericht

Strombedarf aus  
Analyse

$$E_{alt} = \text{Wert aus Analyse}$$
$$E_{neu} = \text{Wert aus Analyse}$$

$E_{alt}$                       Jährlicher Stromverbrauch des alten Zustandes, in kWh/a

$E_{neu}$                       Jährlicher Stromverbrauch des neuen Zustandes, in kWh/a

## 5 Eingabevariablen

### Allgemein

- Motorenleistung (*ganze Zahl*)
- Volllaststunden (*ganze Zahl*) oder
- Jährlicher Stromverbrauch des alten Zustandes (*ganze Zahl*)

## 6 Annahmen und Daten

### Allgemein

- Die Standardnutzungsdauer der Massnahme  $N_s$  beträgt 15 Jahre.

### Pauschalansatz

- Der Pauschalansatz ist für Druckluftkompressoren bis maximal 30 kW (Nennleistung des Motors) begrenzt. Werden mehrere Geräte ersetzt, ist die summierte Leistung bei 30 kW begrenzt. Dabei dürfen Redundante Druckluftkompressoren nicht summiert werden.
- Falls der jährliche Stromverbrauch der Anlage nicht bekannt ist, können die Volllaststunden gemäss Tabelle 1 geschätzt werden.
- Wird der jährliche Stromverbrauch mittels einer separaten Strommessung der Druckluftanlage oder eine übergeordnete Steuerung bestimmt, so muss diese mindestens über eine Dauer von 12 Monaten durchgeführt werden.

**Tabelle 1** Abschätzung der Volllaststunden des Kompressors

Bestehendes Druckluftsystem	Einzelkompressor	Mehr-Kompressorensystem
1-Schicht, Last-/Leerlauf	2'500 h/a	1'500 h/a
2-Schicht, Last-/Leerlauf	5'000 h/a	3'500 h/a
3-Schicht, Last-/Leerlauf	6'500 h/a	4'500 h/a
1-Schicht, Drehzahl-FU	2'000 h/a	1'500 h/a
2-Schicht, Drehzahl-FU	4'000 h/a	3'000 h/a
3-Schicht, Drehzahl-FU	6'000 h/a	5'000 h/a

- Der Einsparungsfaktor  $f_{eff}$  beträgt auf 10%. Aus einer Marktuntersuchung konnte der Ersatz von 200 Kompressoren untersucht und ausgewertet werden. Es zeigte sich, dass die prozentuale Einsparung mit zunehmendem jährlichen Strombedarf abnahm [2]. Dies ist zu begründen, dass grössere Druckluftkompressoren oder Anlagen zu Beginn besser ausgelegt werden, weil man sich den Betriebskosten bewusster ist. Die Marktuntersuchung zeigt auch, dass die grossen Einsparungen durch die Analysen entstanden sind, weil man den effektiven Luftmengenbedarf gemessen hat und entsprechend eine gezieltere Anlage umsetzen konnte. Wird keine Analyse durchgeführt, entsteht die Stromeinsparung nur aufgrund einer effizienteren Anlage / Druckluftkompressor (bessere IE Klasse Motor oder Lüfter usw.). Daher ist bei der



pauschalen Berechnung die mögliche Einsparung mit 10% zu begrenzen. Auch die installierte Leistung wird für den pauschalen Ansatz begrenzt.

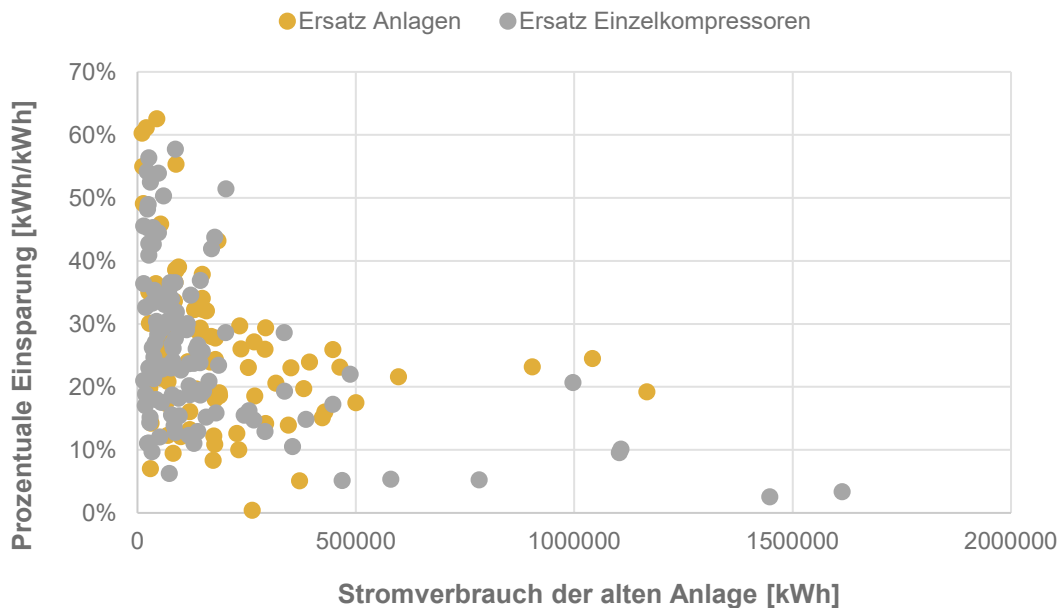


Abbildung 1 Marktauswertung aus rund 200 ersetzten Druckluftkompressoren [2]

#### Systemansatz

- vi. Temporäre Messung des Strombedarfs im Rahmen einer Druckluftanalyse über einen repräsentativen Produktionszeitraum. Hochrechnung von mindestens 1 Woche auf das Jahr.
- vii. Berechnung anhand der Betriebs-, Last-, Leerlaufstunden und/oder Auslastung bei drehzahlregulierten Kompressoren anhand des Displays oder Servicehefts.
- viii. Der Einsparungsfaktor  $f_{eff}$  ist auf maximal 50% limitieren. Zudem bei Werten über 20%, müssen diese begründet werden. Als Beispiel: Werden die Einsparungen durch den Einsatz kleinerer Druckluftkompressoren, die aufgrund vorheriger Überdimensionierung zu einer Reduktion der Leistung führen, oder durch einen neuen frequenzgesteuerten Druckluftkompressor erreicht.

## 7 Resultate

Angeichts der präsentierten Annahmen und Daten werden die anrechenbaren Stromeinsparungen für den Ersatz eines Druckluftkompressors anhand des jährlichen Stromverbrauchs ermittelt. Die Berechnung kann in pauschaler Form oder anhand einer Analyse durchgeführt werden.

Massnahme	Einsparungsfaktor [%]
<i>Pauschalansatz</i>	10% (bis 30 kW)
<i>Systemansatz</i>	maximum 50%



## 8 Beispiel

Szenario A: Es wird ein 30 kW Druckluftkompressoren ohne Analyse ersetzt und der Stromverbrauch wird anhand der Tabelle 1 abgeschätzt.

Massnahme	Jährlicher Stromverbrauch (alt) [kWh/a]	Einsparungsfaktor [%]	Anrechenbare Stromeinsparungen [MWh]
Einzelkompressor, 30 kW, 2-Schichtbetrieb	150'000	10%	<b>168.8</b>

Szenario B: Es wird eine Anlage mit 3 Druckluftkompressoren ersetzt, wobei der neue Zustand nur noch 2 Druckluftkompressoren enthält. Die jährlichen Einsparungen werden mit einer Druckluftanalyse berechnet und betragen 14%.

Massnahme	Jährlicher Stromverbrauch (alt) [kWh/a]	Einsparungsfaktor [%]	Anrechenbare Stromeinsparungen [MWh]
Mehr- Kompressorensystem	980'000	14%	<b>1'462</b>

## 9 Quellen

- [1] Bedingungen für die Einreichung von Programmen 2024, *15. Wettbewerbliche Ausschreibungen für Effizienzmassnahmen im Elektrizitätsbereich*, Version Januar 2024.
- [2] Datenbank der Marktanalyse aus den ProKilowatt-Programmen (2021-2024)