



Standardisierte Massnahme DL-01

Ersatz von Druckluftkompressoren bis 250 kW

Dokumentation

Massnahmennummer

DL-01

Version

2.0 (11.2025)

Version	Änderungen gegenüber der vorherigen Version
1.0	Erste Fassung
2.0	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 den Ersatz von Druckluftkompressoren bis 250 kW ausgelöst werden, pauschal zu schätzen.

3 Symbole, Begriffe und Einheiten

Lateinische Buchstaben

Symbol	Begriff	Einheit
E	jährlicher Stromverbrauch	kWh/a
ΔE_{eco}	kumulierte Stromeinsparungen	kWh
\dot{E}	elektrische Nennleistung (Motor)	kW
N_s	Standardwirkungsdauer	a
f	Faktor	-
t	Vollaststunden	h/a

Indizes

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

4 Beschreibung der Ex-ante-Berechnung

4.1 Anrechenbare Einsparungen

Als anrechenbare Stromeinsparungen ΔE_{eco} der Massnahme gilt die Differenz zwischen dem aktuellen (bestehender Zustand) E_{alt} und dem neuen (saniert 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.



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

ΔE_{eco}	kumulierte Stromeinsparungen, in kWh
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 begrenzt, weil das System und der effektive Druckluftbedarf nicht berücksichtigt werden. Im besten Fall wird vorgängig der Druckluftbedarf ermittelt. Dadurch kann der neue Druckluftkompressor oder die neuen Druckluftkompressoren optimal ausgelegt werden. Aus den Erfahrungen sind in solchen Fällen höhere 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	Vollaststunden, 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 Eingabeveriablen

Allgemein

- Motorenleistung (*ganze Zahl*)
- Vollaststunden (*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 Vollaststunden 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 Vollaststunden 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 aus dem Grund, 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.

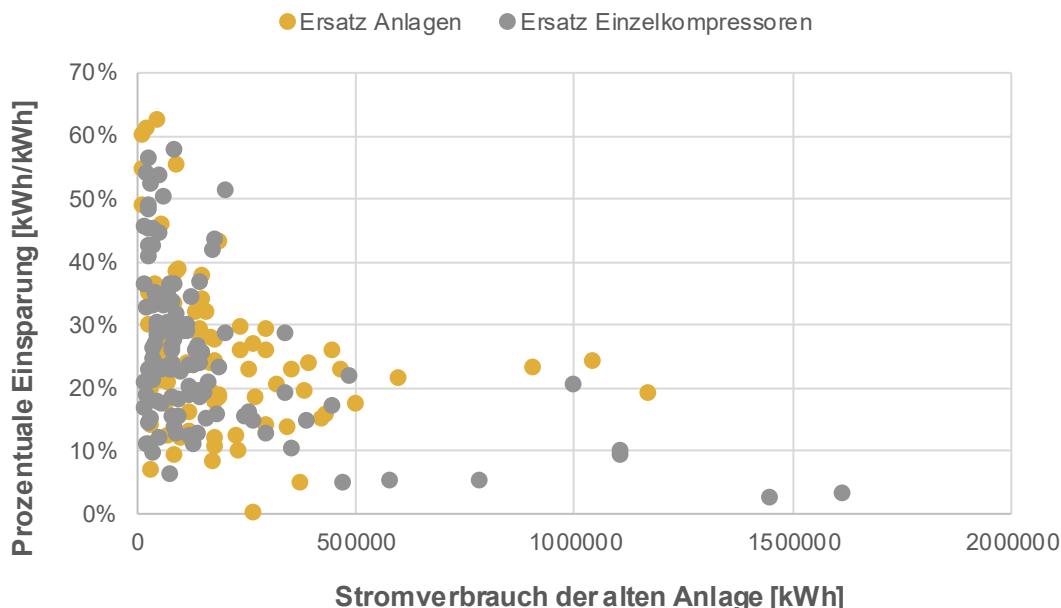


Abbildung 1 Marktauswertung aus rund 200 ersetzen Druckluftkompressoren [2]

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% zu 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

Angesichts 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 [%]
Pauschalansatz	10% (bis 30 kW)
Systemansatz	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 [kWh]
Einzelkompressor, 30 kW, 2-Schichtbetrieb	150'000	10%	168'800

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 [kWh]
Mehr-Kompressorensystem	980'000	14%	1'462'000

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)