



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Standardisierte Massnahme MO-02

Sanierung von Aufzügen in Gebäuden

Dokumentation

Massnahmennummer

MO-02

Version

1.0 (11.2025)

Version	Änderungen gegenüber der vorherigen Version
1.0	Erste Fassung



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 die 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 Teil- oder Komplettsanierungen (Ersatz der gesamten Anlage) einer Aufzugsanlage durch ein effizienteres System ausgelöst werden, systematisch zu schätzen.

3 Symbole, Begriffe und Einheiten

Lateinische Buchstaben

Symbol	Begriff	Einheit
a	Beschleunigung	m/s^2
d_{op}	Anzahl Betriebstage	d/a
g	Normfallbeschleunigung	m/s^2
j	Ruck	m/s^3
\dot{E}	Leistungsaufnahme	W
E	Stromverbrauch	Wh oder kWh
ΔE_{eco}	kumulierte Stromeinsparungen	kWh
f	Faktor	-
F	mechanische Leistung	W
k_L	Auslastungsfaktor	-
m_{cb}	Kabinengewicht	kg
m_{cm}	Gegengewicht	kg
N_s	Standardwirkungsdauer	a
n_d	Anzahl Fahrten pro Tag	-
R	Zeitverhältnis	-
s_{av}	durchschnittliche Förderhöhe	m
t_{nr}	tägliche Leerlauf/Standbyzeit	h/d



t_{rd}	tägliche Laufzeit	h/d
t_d	Türenöffnungszeit	s
v	Nenngeschwindigkeit	m/s

Griechische Buchstaben

Symbol	Begriff	Einheit
η	Wirkungsgrad	-

Indizes

x	Zustand (alt, neu)
id	Leerlauf
st	Standby
i	Fahrtenphasen

4 Beschreibung der Ex-ante-Berechnung

4.1 Anrechenbare Stromeinsparungen

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

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

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

Der jährliche Stromverbrauch der Anlage wird durch die in der Norm ISO 25745-2 [1] festgelegten Methoden ermittelt. Dabei müssen gewisse Werte, insbesondere der Stromverbrauch im Standby-Modus sowie der Stromverbrauch über zwei Betriebszyklen, gemessen werden. Alternativ dürfen diese Verbrauchswerte auch anhand von diversen Einflussparametern geschätzt und berechnet werden. Beide Optionen sind im Rahmen dieser Massnahme zulässig. Der Index x steht für den bestehenden (*alt*) beziehungsweise den sanierten (*neu*) Zustand.

Der jährliche Stromverbrauch wird gemäss ISO 25745-2 anhand der Anzahl jährlichen Betriebstage d_{op} , dem täglichen Leerlauf/Standby-Verbrauch E_{nr} und dem Betriebsverbrauch E_{rd} berechnet.

$$E_x = 0.001 \cdot (E_{rd} - E_{nr}) \cdot d_{op}$$

E_x	jährlicher Stromverbrauch, in kWh/a
E_{rd}	täglicher Stromverbrauch im Betriebsmodus, in Wh/d
E_{nr}	täglicher Stromverbrauch im Leerlauf-/Standby-Modus, in Wh/d
d_{op}	Anzahl jährlicher Betriebstage, in Tagen



4.2.1 Betriebsmodus

Der tägliche Stromverbrauch im Betriebsmodus wird anhand der Anzahl täglicher Fahrten n_d , dem Lastfaktor k_L und dem durchschnittlichen Zyklusverbrauch E_{rav} berechnet. Der Lastfaktor wird dabei anhand der Anlagentechnologie, der Nutzlast sowie der Gegenlast modelliert.

$$E_{rd} = 0.5 \cdot k_L \cdot n_d \cdot E_{rav}$$

E_{rd}	täglicher Stromverbrauch im Betriebsmodus, in Wh/d
E_{rav}	durchschnittlicher Zyklusverbrauch, in Wh
k_L	Lastfaktor
n_d	Anzahl täglicher Fahrten

Der durchschnittliche Zyklusverbrauch E_{rav} ist in zwei Komponenten aufgeteilt: dem Stromverbrauch pro Fahrtmeter E_{rm} (multipliziert mit der durchschnittlichen Förderhöhe s_{av}) und dem Start/Stop-Stromverbrauch pro Fahrt E_{ssc} .

$$E_{rav} = 2 \cdot E_{rm} \cdot s_{av} + 2 \cdot E_{ssc}$$

E_{rav}	durchschnittlicher Zyklusverbrauch, in Wh
E_{rm}	Stromverbrauch pro Fahrtmeter, in Wh/m
s_{av}	durchschnittliche Förderhöhe, in m
E_{ssc}	Start/Stop-Stromverbrauch pro Fahrt, in Wh

Der Stromverbrauch pro Fahrtmeter wird mittels zwei Zyklen ermittelt: einem Referenzzyklus E_{rc} über die gesamte Förderhöhe s_{rc} gemäss ISO 25745-1 [2] und einem zweiten, kürzeren Zyklus E_{sc} . Die Förderhöhe des Kurzzyklus s_{sc} muss so gewählt werden, dass die Anlage ihre Nenngeschwindigkeit während der Fahrt erreicht.

$$E_{rm} = 0.5 \cdot (E_{rc} - E_{sc}) / (s_{rc} - s_{sc})$$

E_{rm}	Stromverbrauch pro Fahrtmeter, in Wh/m
E_{rc}	Stromverbrauch des Referenzzyklus, in Wh
E_{sc}	Stromverbrauch des Kurzzyklus, in Wh
s_{rc}	Förderhöhe des Referenzzyklus, in m
s_{sc}	Förderhöhe des Kurzzyklus, in m

Der Start/Stop-Stromverbrauch pro Fahrt E_{ssc} wird schliesslich anhand des Stromverbrauches E_{rc} des Referenzzyklus abzüglich des Fahrtbedarfs berechnet.

$$E_{ssc} = 0.5 \cdot (E_{rc} - 2 \cdot E_{rm} \cdot s_{rc})$$

E_{ssc}	Start/Stop-Stromverbrauch pro Fahrt, in Wh
E_{rc}	Stromverbrauch des Referenzzyklus, in Wh
E_{rm}	Stromverbrauch pro Fahrtmeter, in Wh/m
s_{rc}	Förderhöhe des Referenzzyklus, in m

Ausnahme: Falls die Nenngeschwindigkeit, während einem Kurzzyklus nicht erreicht werden kann, wird der durchschnittliche Zyklusverbrauch nur anhand des Referenzzyklus ermittelt.

$$E_{rav} = E_{rc} \cdot (s_{av} / s_{rc})$$

E_{rav}	durchschnittlicher Zyklusverbrauch, in Wh
E_{rc}	Stromverbrauch des Referenzzyklus, in Wh
s_{av}	durchschnittliche Förderhöhe, in m
s_{rc}	Förderhöhe des Referenzzyklus, in m



4.2.2 Leerlauf/Standby-modus

Der tägliche Stromverbrauch im Leerlauf/Standby-Modus wird anhand der Leistungsaufnahme und dem Zeitverhältnis im Leerlauf R_{id} , nach 5 Minuten R_{st5} und nach 30 Minuten R_{st30} im Standby-Modus berechnet.

$$E_{nr} = t_{nr} \cdot (\dot{E}_{id} \cdot R_{id} + \dot{E}_{st5} \cdot R_{st5} + \dot{E}_{st30} \cdot R_{st30})$$

E_{nr}	täglicher Stromverbrauch im Leerlauf/Standby-Modus, in Wh/d
\dot{E}	Leistungsaufnahme im Leerlauf/Standby-Modus, in W
R	Zeitverhältnis, in %
t_{nr}	tägliche Leerlauf-/Standbyzeit, in Stunden

Die tägliche Leerlauf- und Standbyzeit t_{nr} beträgt 24 Stunden abzüglich der täglichen Laufzeit t_{rd} . Diese kann wiederum anhand der kinetischen Parameter der Anlage ermittelt werden, d. h. der durchschnittlichen Förderhöhe s_{av} , der Nenngeschwindigkeit v , der Beschleunigung a , dem Ruck j und der Türöffnungszeit t_d .

$$t_{nr} = 24 - t_{rd} = 24 - n_d \cdot \left(\frac{s_{av}}{v} + \frac{v}{a} + \frac{a}{j} + t_d \right) \cdot \frac{1}{3600}$$

t_{nr}	tägliche Leerlauf-/Standbyzeit, in Stunden
t_{rd}	tägliche Laufzeit, in Stunden
n_d	Anzahl täglicher Fahrten
s_{av}	durchschnittliche Förderhöhe, in m
v	Nenngeschwindigkeit, in m/s
a	Beschleunigung, in m/s ²
j	Ruck, in m/s ³
t_d	Türöffnungszeit, in s

4.2.3 Modellierung Referenzzyklus

Falls keine Verbrauchsmessung durchgeführt werden kann, müssen die Verbrauchswerte anhand von technischen Eigenschaften der Anlage und physischen Modellen geschätzt werden. Für die Fahrt wird dabei eine einfache Kraftbilanz des Systems erstellt. Somit kann die nötige mechanische Leistung für die Kabinenauffahrt (ggf. Abfahrt) wie folgt ausgedrückt werden.

$$F_{rd} = (m_{cb} - m_{cm}) \cdot g \cdot v$$

F_{rd}	mechanische Leistung, in W
m_{cb}	Kabinengewicht, in kg
m_{cm}	Gegengewicht, in kg
g	Normfallbeschleunigung, in m/s ²
v	Nenngeschwindigkeit, in m/s

Um den Stromverbrauch der Fahrt zu berechnen, wird diese in ihre entsprechenden Phasen i aufgeteilt: Türenzyklus, Motorstart, Beschleunigung, konstante Fahrt, Entschleunigung und Schleichfahrt. Der Stromverbrauch $E_{rd,i}$ jeder dieser Phasen kann durch folgende Formel ausgedrückt werden, mit t_i der Dauer und f_i dem Verbrauchsfaktor jener Phase i , sowie mit η_t und η_c dem Wirkungsgrad jeweils des Antriebsystems und des Anlagenschachts (unter anderem durch Reibungsverluste, nur während den Phase Beschleunigung, konstante Fahrt, Entschleunigung und Schleichfahrt). Der Leistungsbedarf $\dot{E}_{aux,i}$ für Hilfsaggregate und Steuerungen wird ebenfalls für jede Phase an dieser Stelle berücksichtigt.

$$E_{rd,i} = \frac{1}{\eta_t \cdot \eta_c} \cdot F_{rd} \cdot t_i \cdot f_i + \dot{E}_{aux,i} \cdot t_i$$



$E_{rd,i}$	Stromverbrauch pro Fahrt und Phase, in Wh
η_t	Wirkungsgrad des Antriebsystems
η_c	Wirkungsgrad des Analagenschachts
F_{rd}	mechanische Leistung, in W
t_i	Dauer der Phase, in s
f_i	Verbrauchsfaktor der Phase
$\dot{E}_{aux,i}$	Leistungsaufnahme der Hilfsaggregate, in W

Der Wirkungsgrad η_t des gesamten Antriebsystems besteht aus dem Wirkungsgrad des Motors, dem allfälligen Getriebe, der Antriebsteuerung, dem allfälligen Ventil und der allfälligen Pumpe.

$$\eta_t = \eta_m \cdot \eta_g \cdot \eta_{ctrl} \cdot \eta_v \cdot \eta_p$$

η_t	Wirkungsgrad des Antriebsystems
η_c	Wirkungsgrad des Motors
η_g	Wirkungsgrad des Getriebes
η_{ctrl}	Wirkungsgrad der Steuerung
η_v	Wirkungsgrad des Ventils
η_p	Wirkungsgrad der Pumpe

Schliesslich kann der Stromverbrauch des Referenzyklus E_{rc} sowie des Kurzyklus E_{sc} wie folgt ausgedrückt werden. Falls die Anlagen über eine Rekuperation verfügt, wird die rückgewonnene Energie abgezogen.

$$E_{rc} = \sum_i E_{rd,i} + 2 \cdot \dot{E}_{aux,d} \cdot t_d - (\eta_t \cdot \eta_c \cdot F_{rd} \cdot (s_{rc}/v)) / 3600$$

E_{rc}	Stromverbrauch des Referenzyklus, in Wh
$E_{rd,i}$	Stromverbrauch pro Fahrt und Phase, in Wh
η_t	Wirkungsgrad des Antriebsystems
η_c	Wirkungsgrad des Analagenschachts
F_{rd}	mechanische Leistung, in W
s_{rc}	Förderhöhe, in m
v	Nenngeschwindigkeit, in m/s
t_d	Türöffnungszeit, in s
$\dot{E}_{aux,d}$	Leistungsaufnahme der Hilfsaggregate während dem Türzyklus, in W

5 Eingabeveriablen

Allgemein

- Gebäudekategorie (*Mehrfachauswahl*)
- Förderhöhe und Etagenanzahl (*Zahl* > 0)
- Nutzlast (*Zahl* > 0)
- Leistungsaufnahmen im Leerlauf/Standby-Modus (*Zahl* > 0)
- Stromverbrauch des Referenzyklus (*Zahl* > 0)
- Stromverbrauch und die Förderhöhe des Kurzyklus (*Zahl* > 0)

6 Annahmen und Daten

Allgemein

- Die Standardnutzungsdauer der Massnahme N_s beträgt 15 Jahre bei Teilsanierungen, bzw. 25 Jahre bei Komplettsanierungen (Ersatz der gesamten Anlage).



- ii. Die Anzahl jährlicher Betriebstage d_{op} , die Anzahl täglicher Fahrten n_d und die Nenngeschwindigkeit v sind anhand der Standardwerte gemäss ISO 25745-2 [1] definiert. Tabelle 1 fasst diese Werte zusammen.

Tabelle 1 Spezifische Anwendungskategorien gemäss [1]

Gebäudekategorie	Nutzung	d_{op} [d/a]	n_d [-]	v [m/s]
Wohnen (≤ 6 Wohnungen)	sehr tief	360	50	0.63
Wohnen ($7 - 20$ Wohnungen)	tief	360	125	1.00
Wohnen ($21 - 50$ Wohnungen)	mittel	360	300	1.60
Wohnen (> 50 Wohnungen)	hoch	360	750	2.50
Pflegeheim	sehr tief	360	50	0.63
Büro (≤ 2 Etagen)	sehr tief	260	50	0.63
Büro ($3 - 5$ Etagen)	tief	260	125	1.00
Büro ($6 - 10$ Etagen)	mittel	260	300	1.60
Büro (> 10 Etagen)	hoch	260	750	2.50
Bahnhof (lokal) und Haltestellen ^{1,2}	sehr tief	360	50	0.63
Bahnhof (regional) ^{1,2}	tief	360	125	1.00
Bahnhof (national) ^{1,2}	mittel	360	300	1.60
Öffentliche Tiefgarage	tief	360	125	1.00
Hotel (≤ 20 Zimmer) ¹	tief	360	125	1.00
Hotel ($21 - 50$ Zimmer) ¹	mittel	360	300	1.60
Hotel (> 50 Zimmer) ¹	hoch	360	750	2.50
Krankenhaus	mittel	360	300	1.60
Einkaufszentrum	mittel	360	300	1.60

¹ Kategorisierung zusätzlich präzisiert durch das BFE

² Umsteigefunktion auf lokale, regionale oder nationale Linien (inkl. zu Bus/Tram/Bergbahnen)

- iii. Die Werte für die Zeitverhältnisse im Leerlauf R_{id} und Standby-Modus R_{st} sind gemäss ISO 25745-2 [1] anhand der Anwendungskategorie (i.e. Nutzung) festgelegt und in der folgenden Tabelle aufgezeigt (Tabelle 2). Die Werte für die durchschnittliche Auslastung der Kabinen $\%Q$ und Förderhöhe s_{av} sind zusätzlich nach Nutzlast beziehungsweise Anzahl Haltestellen kategorisiert. Die jeweiligen Werte sind in den Tabelle 3 und 4 dargestellt. Die Lastfaktoren k_L können schliesslich anhand der Anlagentechnologie sowie der durchschnittlichen Auslastung $\%Q$ definiert und sind in der folgenden Tabelle beschrieben (Tabelle 5).

Tabelle 2 Zeitverhältnisse im Leerlauf und Standby-Modus [1]

Nutzung	R_{id}	R_{st5}	R_{st30}
Sehr tief	13 %	55 %	32 %
Tief	23%	45 %	32 %
Mittel	36 %	31 %	33 %
Hoch	45 %	19 %	36 %

**Tabelle 3** Durchschnittliche Auslastung der Kabine relativ zur Nutzlast [1]

Nutzung / Auslastung	≤ 800 kg	801 – 1275 kg	1276 – 2000 kg	> 2000 kg
Sehr tief	7.5 %	4.5 %	3.0 %	2.0 %
Tief	7.5 %	4.5 %	3.0 %	2.0 %
Mittel	7.5 %	4.5 %	3.0 %	2.0 %
Hoch	9.0 %	6.0 %	3.5 %	2.2 %

Tabelle 4 Durchschnittliche Förderhöhe relativ zur gesamten Förderhöhe [1]

Nutzung / Haltestellen	2	3	> 3
Sehr tief	100 %	67 %	49 %
Tief	100 %	67 %	44 %
Mittel	100 %	67 %	39 %
Hoch	100 %	67 %	32 %

Tabelle 5 Lastfaktoren [1]

Lastfaktor k_L / Antrieb	Seil	Hydraulik
50 % Gegengewicht (Nutzlast)	$1 - (0.0164 \cdot \%Q)$	-
40 % Gegengewicht (Nutzlast)	$1 - (0.0192 \cdot \%Q)$	-
30 % Gegengewicht (Nutzlast)	$1 - (0.0197 \cdot \%Q)$	-
0 % Gegengewicht (Kabinenlast)	-	$1 + (0.0071 \cdot \%Q)$
35 % Gegengewicht (Kabinenlast)	-	$1 + (0.0100 \cdot \%Q)$
70 % Gegengewicht (Kabinenlast)	-	$1 + (0.0187 \cdot \%Q)$

- iv. Die Standardwerte für die Beschleunigung a und den Ruck j betragen jeweils $v/2$ m/s² (der Aufzug erreicht seine Nenngeschwindigkeit in 2.0 Sekunden) und 1.25 m/s³.
- v. Der Standardwert für die Türöffnungszeit t_d für ungeregelte und geregelte Türen beträgt bzw. 10.0 und 8.0 Sekunden.

Modellierung des Referenzzyklus

- vi. Falls keine Verbrauchsmessung vorgenommen wird, können die Leistungsaufnahmewerte im Leerlauf/Standby-Modus anhand der Steuerungs- und Nebenverbraucher geschätzt werden. Tabelle 6 bis 8 stellen die verschiedenen Kategorien da.
- Zusätzlich wird angenommen, dass die Bremsenanlage bei Kabelanlagen eine konstante Leistungsaufnahme $\dot{E}_{aux,i}$ von 40 W während der Fahrt bezieht.

Tabelle 6 Leistungsaufnahmewerte für Türsteuerungen in W

Türsteuerung	$\dot{E}_{aux,i}$	\dot{E}_{id}	\dot{E}_{st5}	\dot{E}_{st30}	$\dot{E}_{aux,d}$
Ungeregelt (Handtür ohne Kabinenabschluss)	100	0	0	0	15
Ungeregelt (Türmotor mit Endabschaltung)	200	0	0	0	200
Frequenzgeregelt	30	20	20	20	20
Frequenzgeregelt mit Standby-Optimierung	30	5	5	5	5



Tabelle 7 Leistungsaufnahmewerte für Fahrsteuerungen in W

Fahrsteuerung	$\dot{E}_{aux,i}$	\dot{E}_{id}	\dot{E}_{st5}	\dot{E}_{st30}
Relais	50	50	50	50
Elektronik	150	150	150	150
Mikroprozessor mit Lichtabschaltung	60	50	40	25
Mikroprozessor mit Standby-Optimierung	40	30	25	20

Tabelle 8 Leistungsaufnahmewerte für Antriebssteuerungen in W

Antriebssteuerung	$\dot{E}_{aux,i}$	\dot{E}_{id}	\dot{E}_{st5}	\dot{E}_{st30}
Polumschaltung	0	0	0	0
Spannungsregler	0	10	10	10
Frequenzumrichter (FU) mit Baujahr < 2005	0	50	40	40
Frequenzumrichter (FU) mit Baujahr 2005 - 2010	0	30	20	20
Frequenzumrichter (FU) mit Baujahr \geq 2010	0	30	15	10

- vii. Falls keine Verbrauchsmessung vorgenommen wird, können die Wirkungsgrade im Betriebsmodus anhand der Technologie geschätzt werden. Tabelle 9 stellt die verschiedenen Fälle da.

Tabelle 9 Wirkungsgrade der Antriebskomponenten

Getriebe und Ventile	η_m	η_g	η_{ctrl}	η_v
Motor mit Baujahr vor 1999	90 %	-	-	-
Motor mit Baujahr 1999 – 2007	92 %	-	-	-
Motor mit Baujahr 2008 – 2011	94 %	-	-	-
Motor mit Baujahr 2012 – 2016	96 %	-	-	-
Motor mit Baujahr ab 2016	98 %	-	-	-
Schneckengetriebe	-	70 %	-	-
Planetengetriebe	-	95 %	-	-
Direktantrieb	-	100 %	-	-
Polumschaltung	-	-	100 %	-
Spannungsregler	-	-	95 %	-
Frequenzumrichter (FU) mit Baujahr < 2005			96 %	
Frequenzumrichter (FU) mit Baujahr < 2010	-	-	97 %	-
Frequenzumrichter (FU) mit Baujahr \geq 2010	-	-	98 %	-
Mechanisches Ventil	-	-	-	88 %
Elektronisch geregeltes Ventil	-	-	-	90 %
Elektronisch geregeltes Ventil (externer Motor)	-	-	-	92 %

- viii. Der Wirkungsgrad der Pumpen η_p bei hydraulischen Aufzügen beträgt 90 %.
ix. Der Wirkungsgrad des Anlagenschachts η_c beträgt 95 %.
x. Die Zeitabschnitte t_i und Verbrauchs faktoren f_i jeder Phase sind nach Technologie definiert und in der Tabelle 10 dargestellt.

**Tabelle 10** Fahrtenphasen

Phase i	t_i		f_i	
	Seil	Hydraulik	Seil	Hydraulik
Türenzyklus		t_d	-	-
Motorstart	-	0.5	-	0.80
Beschleunigung		v/a	1.00	1.00
Konstante Fahrt		$(s - 2 * (v/a)^2)/v$	1.00	1.00
Entschleunigung		v/a	1.00	1.00
Schleichfahrt	-	1.5	-	0.90

7 Resultate

Angesichts der präsentierten Berechnungsmethode und Annahmen werden der Stromverbrauch vor und nach der Umsetzung sowie die anrechenbaren Stromeinsparungen für jede Anlage in Bezug auf die oben genannten Eingabevervariablen individuell ermittelt.

8 Beispiel

Szenario A: Ersatz von einem Aufzug (Seil) mit einer Förderhöhe von 75 m (20 Haltestellen) und einer Nutzlast von 1'500 kg (50 % Gegengewicht) durch eine neue Seilanlage mit derselben Nutzlast in einem Mehrfamilienhaus mit 54 Wohnungen. Die Beschleunigung der alten Anlage beträgt 1.0 m/s².

Stromverbrauch	Alte Anlage	Neue Anlage	Anrechenbare Stromeinsparungen
			[kWh]
Referenzzyklus E_{rc} [Wh]	170.0	85.0	
Kurzzyklus E_{sc} / s_{sc} [Wh/m]	120.0 / 50.0	61.0 / 50.0	
Leerlauf/Standby-Modus \dot{E} [W]	500 / 300 / 120	150 / 100 / 75	
Jährlicher Bedarf [kWh]	13'156	6'460	125'550

Szenario B: Sanierung des Antriebsystems eines Aufzuges (Seil) mit einer Förderhöhe von 25 m (7 Haltestellen) und einer Nutzlast von 1'000 kg (50 % Gegengewicht) in einem Bürogebäude.

Stromverbrauch	Alte Anlage	Neue Anlage	Anrechenbare Stromeinsparungen
			[kWh]
Motor	Baujahr 2002	IE4	
Getriebe	Planetengetriebe	Direkt	
Antriebssteuerung	FU (< 2005)	FU	
Rekuperation	Nein	Ja	
Fahrtsteuerung	Mikroprozessor mit Lichtabschaltung		
Türsteuerung	Frequenzgeregelt (< 2010)		
Jährlicher Bedarf [kWh]	1'775	937	9'428



9 Quellen

- [1] International Organization for Standardization, *Energy performance of lifts, escalators and moving walks – Part 2: Energy calculation and classification for lifts (elevators)*, ISO 25745-2, 2015.
- [2] International Organization for Standardization, *Energy performance of lifts, escalators and moving walks – Part 1: Energy measurement and verification*, ISO 25745-1, 2012.