



---

# 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 <sup>2</sup>
$d_{op}$	Anzahl Betriebstage	d/a
$g$	Normfallbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>
$j$	Ruck	m/s <sup>3</sup>
$\dot{E}$	Leistungsaufnahme	W
$E$	Stromverbrauch	Wh oder kWh
$\Delta E_{eco}$	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
$\eta$	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  $\Delta E_{eco}$  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.

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

$\Delta E_{eco}$	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  $R_{ld}$ , nach 5 Minuten  $R_{st5}$  und nach 30 Minuten  $R_{st30}$  im Standby-Modus berechnet.

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

$E_{nr}$	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 <sup>2</sup>
$j$	Ruck, in m/s <sup>3</sup>
$t_d$	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 <sup>2</sup>
$v$	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  $\eta_t$  und  $\eta_c$  dem Wirkungsgrad jeweils des Antriebssystems 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
$\eta_t$	Wirkungsgrad des Antriebssystems
$\eta_c$	Wirkungsgrad des Anlagenschachts
$F_{rd}$	mechanische Leistung, in W
$t_i$	Dauer der Phase, in s
$f_i$	Verbrauchfaktor der Phase
$\dot{E}_{aux,i}$	Leistungsaufnahme der Hilfsaggregate, in W

Der Wirkungsgrad  $\eta_t$  des gesamten Antriebssystems besteht aus dem Wirkungsgrad des Motors, dem allfälligen Getriebe, der Antriebsteuerung, dem allfälligen Ventil und der allfälligen Pumpe.

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

$\eta_t$	Wirkungsgrad des Antriebssystems
$\eta_c$	Wirkungsgrad des Motors
$\eta_g$	Wirkungsgrad des Getriebes
$\eta_{ctrl}$	Wirkungsgrad der Steuerung
$\eta_v$	Wirkungsgrad des Ventils
$\eta_p$	Wirkungsgrad der Pumpe

Schliesslich kann der Stromverbrauch des Referenzzyklus  $E_{rc}$  sowie des Kurzzyklus  $E_{sc}$  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 Referenzzyklus, in Wh
$E_{rd,i}$	Stromverbrauch pro Fahrt und Phase, in Wh
$\eta_t$	Wirkungsgrad des Antriebssystems
$\eta_c$	Wirkungsgrad des Anlagenschachts
$F_{rd}$	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 Eingabevariablen

### Allgemein

- Gebäudekategorie (*Mehrfachauswahl*)
- Förderhöhe und Etagenanzahl (*Zahl > 0*)
- Nutzlast (*Zahl > 0*)
- Leistungsaufnahmen im Leerlauf/Standby-Modus (*Zahl > 0*)
- Stromverbrauch des Referenzzyklus (*Zahl > 0*)
- Stromverbrauch und die Förderhöhe des Kurzzyklus (*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 Nenn-  
geschwindigkeit  $v$  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 ( $\leq 6$ 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 ( $\leq 2$ 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 <sup>1,2</sup>	sehr tief	360	50	0.63
Bahnhof (regional) <sup>1,2</sup>	tief	360	125	1.00
Bahnhof (national) <sup>1,2</sup>	mittel	360	300	1.60
Öffentliche Tiefgarage	tief	360	125	1.00
Hotel ( $\leq 20$ Zimmer) <sup>1</sup>	tief	360	125	1.00
Hotel (21 – 50 Zimmer) <sup>1</sup>	mittel	360	300	1.60
Hotel ( $> 50$ Zimmer) <sup>1</sup>	hoch	360	750	2.50
Krankenhaus	mittel	360	300	1.60
Einkaufszentrum	mittel	360	300	1.60

<sup>1</sup> Kategorisierung zusätzlich präzisiert durch das BFE

<sup>2</sup> 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  $v/2 \text{ m/s}^2$  (der Aufzug erreicht seine Nenngeschwindigkeit in 2.0 Sekunden) und  $1.25 \text{ m/s}^3$ .
- 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 Fahrtsteuerungen in W

Fahrtsteuerung	$\dot{E}_{aux,i}$	$\dot{E}_{id}$	$\dot{E}_{st5}$	$\dot{E}_{st30}$
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	$\eta_m$	$\eta_g$	$\eta_{ctrl}$	$\eta_v$
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  $\eta_p$  bei hydraulischen Aufzügen beträgt 90 %.
- ix. Der Wirkungsgrad des Anlagenschachts  $\eta_c$  beträgt 95 %.
- x. Die Zeitabschnitte  $t_i$  und Verbrauchsfaktoren  $f_i$  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 Eingabevariablen 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/s<sup>2</sup>.

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	<b>125'550</b>

**Szenario B:** Sanierung des Antriebssystems 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	<b>9'428</b>



## 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.