

DIN EN ISO 25745-3



ICS 91.140.90

**Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen –
Teil 3: Energieberechnung und Klassifizierung von Fahrtreppen und
Fahrsteigen (ISO 25745-3:2015);
Deutsche Fassung EN ISO 25745-3:2015**

Energy performance of lifts, escalators and moving walks –
Part 3: Energy calculation and classification of escalators and moving walks
(ISO 25745-3:2015);
German version EN ISO 25745-3:2015

Performance énergétique des ascenseurs, escaliers mécaniques et trottoirs roulants –
Partie 3: Calcul énergétique et classification des escaliers mécaniques et trottoirs roulants
(ISO 25745-3:2015);
Version allemande EN ISO 25745-3:2015

Gesamtumfang 22 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)



Nationales Vorwort

Diese Norm beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 178 „Lifts, escalators and moving walks“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN ISO 25745-3:2015.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-33-02 AA „Fahrtreppen und Fahrsteige“ im Fachbereich „Aufzüge und Fahrtreppen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Fahrtreppen und Fahrsteigen sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Deutsche Fassung

Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen —
Teil 3: Energieberechnung und Klassifizierung von Fahrtreppen
und Fahrsteigen
(ISO 25745-3:2015)

Energy performance of lifts, escalators and moving walks —
Part 3: Energy calculation and classification of escalators
and moving walks
(ISO 25745-3:2015)

Performance énergétique des ascenseurs, escaliers
mécaniques et trottoirs roulants —
Partie 3: Calcul énergétique et classification des escaliers
mécaniques et trottoirs roulants
(ISO 25745-3:2015)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 22. November 2014 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Symbole	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole (in alphabetischer Reihenfolge)	7
4 Abschätzung des Energieverbrauchs	8
5 Klassifizierung der Energieeffizienz	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Klassifizierung der Referenz-Leistungsaufnahme	9
5.3 Berechnung oder Messung der Leistungsaufnahme der spezifischen Anlage	10
5.4 Berechnung des Energieeffizienzverhältnisses	11
5.5 Berechnung des Verhältnisses zur Referenz-Betriebsart	11
5.6 Klassifizierung der Energieeffizienz	12
6 Berichtswesen	13
6.1 Dokumentation der energetischen Beurteilung	13
6.2 Beispiel	13
Anhang A (informativ) Berechnung des Energieverbrauchs	14
A.1 Allgemeines	14
A.1.1 Vorbemerkungen	14
A.1.2 Standardwerte	14
A.2 Auf Schätzwerten basierendes Berechnungsverfahren für Planungszwecke	15
A.3 Auf Messwerten basierendes Berechnungsverfahren	18

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 25745-3:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 178 „Lifts, escalators and moving walks“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 10 „Aufzüge, Fahrtreppen und Fahrsteige“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2015, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2015 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

EN ISO 25745 mit dem Titel „Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen“ besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Energiemessung und Überprüfung*
- *Teil 2: Energieberechnung und Klassifizierung von Aufzügen*
- *Teil 3: Energieberechnung und Klassifizierung von Fahrtreppen und Fahrsteigen*

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 25745-3:2015 wurde vom CEN als EN ISO 25745-3:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm wurde als Reaktion auf die rasch ansteigende Notwendigkeit zur Sicherstellung und Unterstützung eines effizienten und effektiven Einsatzes der Energie verfasst. Diese Internationale Norm beinhaltet:

- a) ein Verfahren zur Abschätzung des Energieverbrauchs von eingebauten Fahrtreppen und Fahrsteigen auf täglicher und jährlicher Grundlage;
- b) ein Verfahren zur Energieklassifizierung von neuen, bestehenden oder modernisierten Fahrtreppen und Fahrsteigen;
- c) einen Leitfaden zur Reduzierung des Energieverbrauchs, der zur Unterstützung von Gebäude-, Umwelt- und Energieklassifizierungssystemen herangezogen werden kann.

Diese Internationale Norm ist als Empfehlung für die folgenden Beteiligten vorgesehen:

- Bauträger/Gebäudeeigentümer, die den Energieverbrauch von Fahrtreppen und Fahrsteigen bewerten;
- Eigentümer von Gebäuden und Dienstleister bei der Modernisierung von Anlagen, die eine Reduzierung des Energieverbrauchs einschließt;
- Montagebetriebe und Instandhaltungsunternehmen für Fahrtreppen und Fahrsteige;
- Berater und Architekten, die an der Leistungsbeschreibung von Fahrtreppen und Fahrsteigen beteiligt sind;
- Prüforganismen und sonstige Dritte, die Energieklassifizierungen anbieten.

Der gesamte Energieverbrauch für den vollständigen Lebenszyklus von Fahrtreppen und Fahrsteigen besteht aus der für die Herstellung, den Einbau, den Betrieb und die Entsorgung von Aufzügen verbrauchten Energie. Bei der Anwendung dieser Internationalen Norm wird jedoch nur die momentane Leistungsaufnahme während des Betriebs (Fahren und Stillstand) betrachtet.

Bei der Erstellung dieser Internationalen Norm hat das Technische Komitee ISO/TC 178/WG 10 ausgiebige Untersuchungen unternommen, die die Messungen und Modellierungen von über 300 typischen Fahrtreppen und Fahrsteigen umfassten. Die numerischen Werte in Tabelle 3 und Tabelle A.3 resultieren daraus.

Diese Internationale Norm ist für Zwecke der nationalen/regionalen rechtlichen Behandlung der Energieeffizienz, geeignet.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 25745 stellt

- a) allgemeine Hilfsmittel zur Abschätzung des Energieverbrauchs von Fahrtreppen und Fahrsteigen und
- b) eine einheitliche Vorgehensweise zur Klassifizierung der Energieeffizienz von bestehenden, modernisierten oder neuen Fahrtreppen und Fahrsteigen

zur Verfügung.

Dieser Teil von ISO 25745 gilt für den betrieblichen Anteil der Energieeffizienz im Lebenszyklus von Fahrtreppen und Fahrsteigen. Er behandelt nicht den Energieverbrauch und die Klassifizierung von Zusatzverbrauchern wie:

- a) Beleuchtung mit Ausnahme der Kammplattenbeleuchtung, Stufenspaltbeleuchtung und Signalsysteme für die Fahrtrichtung;

ANMERKUNG 1 Kammplattenbeleuchtung, Stufenspaltbeleuchtung und Signalsysteme werden als wesentlich für den Betrieb der Anlage angesehen und daher nicht als Hilfseinrichtungen eingestuft.

- b) Kühlung und Heizung sowie Belüftung des Triebwerksraums;
- c) Alarmeinrichtungen und Versorgung von Notstrombatterien usw.;
- d) Umgebungsbedingungen;
- e) Verbrauch über die Steckdosen.

ANMERKUNG 2 Möglicherweise sind weitere elektrische Verbraucher vorhanden, die nicht im Zusammenhang mit Fahrtreppen und Fahrsteigen stehen und daher nicht aufgenommen werden dürfen.

Dieser Teil von ISO 25745 berücksichtigt alle Fahrtreppen und geneigte Fahrsteige bis zu einer Förderhöhe von 8 m sowie horizontale Fahrsteige bis zu einer Länge von 60 m.

ANMERKUNG 3 Damit sind etwa 85 % der weltweit eingebauten Anlagen abgedeckt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 25745-1, *Energy performance of lifts, escalators and moving walks — Part 1: Energy measurement and verification*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Symbole (siehe Tabelle 1):

3.1 Begriffe

3.1.1

Zusatzenergie

Energie, die von den Zusatzverbrauchern aufgenommen wird

3.1.2

Zusatzverbraucher

Einrichtungen wie Beleuchtung, Lüftung, Heizung, Alarmeinrichtungen, Versorgung von Notstrombatterien usw.

3.1.3

Autostart-Modus

Betriebsart, in der die Fahrtreppe/der Fahrsteig betriebsbereit steht, um nach der Erkennung eines Benutzers gestartet zu werden

3.1.4

Energie

über einen definierten Zeitraum aufgenommene Leistung

3.1.5

Last-Modus

Betriebsart, in der die Fahrtreppe/der Fahrsteig mit einer oder mehreren Personen betrieben wird

3.1.6

Nulllast-Modus

Betriebsart, in der die Fahrtreppe/der Fahrsteig mit Nenngeschwindigkeit ohne Personen betrieben wird

3.1.7

Nenngeschwindigkeit der Fahrtreppe/des Fahrsteigs

Geschwindigkeit in Richtung der sich bewegenden Stufen, Paletten oder des Gurts im Nulllast-Modus (d. h. ohne Personen), wofür die Fahrtreppe/der Fahrsteig vom Hersteller ausgelegt wurde

3.1.8

stromloser Zustand

Energieversorgung der Anlage ist durch die Betätigung des Hauptschalters unterbrochen, z. B. während der Nacht

3.1.9

Einlaufzeit

erforderliche Zeit, um die beweglichen mechanischen Bauteile in den besten Zustand zu bringen

3.1.10

Betriebsbereitschafts-Modus

Betriebsart, in der die Fahrtreppe/Fahrsteig mit einer geringeren Geschwindigkeit ohne Personen betrieben wird

3.1.11

Stillstand

Betriebszustand, in dem die Fahrtreppe/der Fahrsteig betriebsbereit steht und von befugtem Personal gestartet werden kann

3.2 Symbole (in alphabetischer Reihenfolge)

Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen

Formelzeichen	Begriff	Definition	Einheit	Annahmen
A		längenabhängiger Anteil der Zugkraft des Handlaufs, auf die Horizontale normiert	N/m	
B		konstanter Anteil der Zugkraft des Handlaufs, auf die Horizontale normiert	N	
C		konstanter Anteil der Zugkräfte bei der Umkehr des Stufenbands	kN	
CF	Korrekturfaktor	Korrekturfaktor für den Wirkungsgrad η von Anlagen bei Abwärtsfahrt	—	Anzahl der Nutzer $N/d \leq 10\,000$ oder nicht-regenerativer Antrieb: $CF = 0$ $N/d > 10\,000$: $CF = 0,5$
D	—	Kettenteilung bei Stufe oder Palette	m	Standardwert = 0,405
E_{Zus}	Energie	Gesamtenergieverbrauch der Zusatzverbraucher	kWh	
E_{auto}	Energie	Energieverbrauch im Autostart-Modus	kWh	
E_{Last}	Energie	Energieverbrauch beim Transport von Personen	kWh	Negativ bei Abwärtsfahrt; positiv bei Aufwärtsfahrt
E_{Antrieb}	Energie	Gesamtenergieverbrauch der Anlage ohne Zusatzenergie	kWh	
E_{leer}	Energie	Energieverbrauch bei Nulllast	kWh	
E_{bereit}	Energie	Energieverbrauch im Betriebsbereitschafts-Modus	kWh	
E_{still}	Energie	Energieverbrauch im Stillstand	kWh	
E_{ges}	Energie	Gesamtenergieverbrauch der Anlage einschließlich Zusatzverbraucher	kWh	
H	Förderhöhe	senkrechter Abstand zwischen dem unteren und dem oberen Fußboden	m	
L	Länge	Abstand zwischen den Kammschnittlinien	m	
m	Fahrgastgewicht	Durchschnittsgewicht der Fahrgäste	kg	75 kg/Person
m_{Kette}	Masse	Masse der Stufen-/Palettenkette	kg/m	
$m_{\text{SB/PB}}$	Masse	Masse einer Stufe/Palette	kg	
N	Anzahl der Fahrgäste	Anzahl der transportierten Personen im Beobachtungszeitraum	—	
$P_{\text{leer Control}}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme im Nulllast-Modus	kW	
$P_{\text{leer Handlauf}}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme des Handlaufsystems bei Nulllast	kW	
$P_{\text{leer ref}}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme bei Nulllast	kW	
$P_{\text{leer spez}}$	Leistung	gesamte berechnete oder gemessene Leistungsaufnahme der spezifizierten Anlage bei Nulllast	kW	

Formelzeichen	Begriff	Definition	Einheit	Annahmen
P_{still}	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme im Stillstand-Modus	kW	
$P_{\text{leer Stufe/Palette}}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme des Stufen-/Palettenbandsystems bei Nulllast	kW	
t_{zus}	Zeit	Einschaltdauer der Zusatzverbraucher	h	
t_{auto}	Zeit	Dauer des Autostart-Modus im Beobachtungszeitraum	h	
t_{nenn}	Zeit	Zeitspanne bei Nenngeschwindigkeit im Beobachtungszeitraum	h	
t_{stromlos}	Zeit	Dauer des stromlosen Zustands im Beobachtungszeitraum	h	
t_{bereit}	Zeit	Dauer des Betriebsbereitschafts-Modus im Beobachtungszeitraum	h	
t_{still}	Zeit	Dauer des Stillstands im Beobachtungszeitraum	h	
t_{ges}	Zeit	Dauer des Energieverbrauchs im Beobachtungszeitraum	h	
α	Neigungswinkel	größter Winkel zur Horizontalen, in dem sich die Stufen, Paletten oder der Gurt bewegen	Grad	
η	Wirkungsgrad	Wirkungsgrad unter Lastbedingungen	—	Durchschnittswert aus unterschiedlichen Lastbedingungen
η_{leer}	Wirkungsgrad	Wirkungsgrad bei Nulllast	—	
μ	Reibungsbeiwert	Reibungsbeiwert unter Lastbedingungen	—	Durchschnittswert aus unterschiedlichen Lastbedingungen
$\mu_{\text{SB/PB}}$	Reibungsbeiwert	Reibungsbeiwert des Stufen-/Palettenbands	—	Durchschnittswert aus unterschiedlichen Lastbedingungen
v	Geschwindigkeit	Nenngeschwindigkeit der Fahrtreppe oder des Fahrsteigs	m/s	

4 Abschätzung des Energieverbrauchs

Die gemessene oder berechnete Leistungsaufnahme wird zur Ermittlung des Energieverbrauchs herangezogen. Der Energieverbrauch entspricht der über eine festgelegte Zeitspanne aufgenommenen Leistung.

Berechnungsverfahren zur Abschätzung des Energieverbrauchs von Fahrtreppen und Fahrsteigen werden im Anhang A angegeben. Es werden Gleichungen für solche Situationen bereitgestellt, bei denen umfassendere oder geeignetere Verfahren nicht zur Verfügung stehen. Der mit Hilfe der Gleichung geschätzte Energieverbrauch basiert auf Mittelwerten. Energieberechnungen, die diese Verfahren anwenden, sind nur Abschätzungen und können vom tatsächlichen Energieverbrauch, der im Wesentlichen durch die Verkehrsstruktur, Technologie und Lastfaktoren beeinträchtigt wird, abweichen.

ANMERKUNG Es können Abweichungen zwischen dem berechneten und dem in einer spezifischen Anlage gemessenen Wert bestehen. Dies kann durch die getroffenen Annahmen begründet sein. Ist die Abweichung größer als 20 %, sollten Nachprüfungen angestellt werden.

Es werden zwei Verfahren zur Abschätzung des Energieverbrauchs angegeben:

- Berechnungsverfahren, die auf Standardwerten beruhen, für Planungszwecke;
- Berechnungsverfahren, die auf Leistungsmessungen beruhen.

Der Umfang und die Inhalte des Ergebnisberichts werden im Anhang A dargestellt.

Alle Informationen nach Tabelle A.3 und Tabelle A.4 müssen mitgeteilt werden. Zusätzliche Angaben über die eingesetzten Technologien werden empfohlen.

5 Klassifizierung der Energieeffizienz

5.1 Allgemeines

Dieser Bereich gibt eine Verfahrensweise zur Klassifizierung der Energieeffizienz einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs an.

Die Klassifizierung der Energieeffizienz kann mit der Durchführung der folgenden Schritte ermittelt werden.

- a) Normalisierung der berechneten oder gemessenen Leistungsaufnahme einer einzelnen Anlage:
 - Berechnung der Referenz-Leistungsaufnahme (5.2);
 - Berechnung oder Messung der Leistungsaufnahme der spezifischen Anlage (5.3);
 - Berechnung des Energieeffizienzverhältnisses (5.4).
- b) Normalisierung der Leistungsaufnahme für die Betriebsart einer einzelnen Anlage:
 - Berechnung des Verhältnisses zur Referenz-Betriebsart (5.5).
- c) Berücksichtigung der Effizienz der Zusatzverbraucher:
 - Berücksichtigung nach 5.6 c).

Dieses Klassifizierungs-Verfahren gilt für sich in Betrieb befindende Fahrtreppen und Fahrsteige, für die die Werte an der Anlage gemessen oder vom Hersteller bereitgestellt werden. Es kann ebenfalls zur erneuten Klassifizierung der Anlage nach einer Modernisierung herangezogen werden.

5.2 Klassifizierung der Referenz-Leistungsaufnahme

Das Ergebnis dieser Berechnung ist die Leistungsaufnahme $P_{\text{leer ref}}$ einer Anlage, die im Nulllast-Modus läuft, das sich aus der Summe

- der Leistungsaufnahme des Handlaufsystems;
- der Leistungsaufnahme des Stufenbandsystems;
- der Leistungsaufnahme der Steuerung (Referenzwert nach Tabelle 2)

ergibt.

$$P_{\text{leer ref}} = P_{\text{leer Handlauf}} + P_{\text{leer Stufe/Palette}} + P_{\text{leer Control}} \quad (1)$$

Diese Werte werden mit den folgenden Gleichungen (2) und (3) berechnet:

$$P_{\text{leer Handlauf}} = \frac{2 \cdot \cos \alpha \cdot \left(A \cdot \frac{H}{\tan \alpha} + B \right) \cdot v}{1000 \cdot \eta_{\text{leer}}} \text{ [kW]} \quad (2)$$

ANMERKUNG 1 Bei horizontalen Fahrsteigen gilt: $H/\tan \alpha = L$ (Länge des Fahrsteigs).

$$P_{\text{leer Stufe/Palette}} = \frac{\left(2 \cdot \left(\frac{m_{\text{SB/PB}}}{D} + 2 \cdot m_{\text{Kette}} \right) \cdot \frac{9,81 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-2}]}{1000} \cdot \mu_{\text{SB/PB}} \cdot \frac{H}{\tan \alpha} + C \right) \cdot v}{\eta_{\text{leer}}} \text{ [kW]} \quad (3)$$

ANMERKUNG 2 Bei horizontalen Fahrsteigen gilt: $H/\tan \alpha = L$ (Länge des Fahrsteigs).

Zur Ermittlung der Referenz-Leistungsaufnahme muss die Berechnung mit den Referenzwerten aus der Tabelle 2 durchgeführt werden. Für bestimmte Konfigurationen führt die Anwendung der vorstehenden Gleichungen und der nachfolgenden Referenzwerte zu den in der Tabelle A.2 angegebenen Werten.

Tabelle 2 — Referenzwerte

	Fahrtreppe $v < 0,65 \text{ m/s}$ alle Neigungen	Fahrtreppe $v \geq 0,65 \text{ m/s}^a$ alle Neigungen	Geneigter Fahrsteig $\alpha > 3^\circ$ bis 12°	Horizontaler Fahrsteig $\alpha = 0^\circ$ bis 3°	Einheit
<i>A</i>	9	5	4	5	N/m
<i>B</i>	400	400	400	300	N
<i>C</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	kN
<i>D</i>	0,405	0,405	0,405	0,405	m
η_{leer}	0,3	0,25	0,34	0,4	—
$\mu_{\text{SB/PB}}$	0,05	0,05	0,05	0,05	—
$m_{\text{SB/PB}}$	14	14	14	14	kg
m_{Kette}	5,5	7	5,5	5,5	kg/m
$P_{\text{leer Control}}$	0,4	0,4	0,4	0,4	kW
^a Fahrtreppen mit einer Geschwindigkeit $\geq 0,65 \text{ m/s}$ und $0,75 \text{ m/s}$, wie sie üblicherweise im öffentlichen Transportwesen eingesetzt werden					

5.3 Berechnung oder Messung der Leistungsaufnahme der spezifischen Anlage

Für die Berechnung der Leistungsaufnahme der spezifischen Anlage kann das Berechnungsmodell nach 5.2 eingesetzt werden. In diesem Fall werden die Referenzwerte aus der Tabelle 2 durch spezifische Werte für die spezifische Anlage ersetzt.

Jedes andere gleichwertige Berechnungsverfahren kann verwendet werden.

Alternativ darf bei bestehenden Anlagen die Leistungsaufnahme nach ISO 25745-1 bestimmt werden. Nachfolgende Bedingungen gelten zusätzlich zu den in ISO 25745-1 festgelegten.

Die Messung muss:

- nach dem Ende einer Einlaufzeit von 1 000 h;
- nach mindestens 30 min ununterbrochenen Fahrens (d. h. sobald die Temperatur der Maschine konstant bleibt);
- bei einer Umgebungstemperatur zwischen 10 °C und 30 °C

erfolgen.

Fahrtrichtungsanzeige, Stufenspaltbeleuchtung und Kammplattenbeleuchtung (falls vorhanden) müssen in die Berechnung und/oder die Messung einbezogen werden.

Das Ergebnis der Berechnung oder der Messung wird als $P_{\text{leer spez}}$ bezeichnet.

5.4 Berechnung des Energieeffizienzverhältnisses

Das Energieeffizienzverhältnis wird bestimmt, indem die spezifische Leistungsaufnahme (siehe 5.3) und die Referenz-Leistungsaufnahme (siehe 5.2) zueinander ins Verhältnis gesetzt werden.

Das Energieeffizienzverhältnis ergibt sich aus $P_{\text{leer spez}}/P_{\text{leer ref}}$ [%].

5.5 Berechnung des Verhältnisses zur Referenz-Betriebsart

Zur Berechnung des Verhältnisses zur Referenz-Betriebsart wird ein Referenz-Nutzungsprofil nach Tabelle 3 verwendet.

Tabelle 3 — Referenz-Nutzungsprofil

Betriebsart	Abschaltung	Betriebsbereitschaft	Autostart	Dauerbetrieb
Spezifikation der Anlage	Nach Anhang A, Tabelle A.3			
	Referenz-Nutzungsprofil			
t_{ges}	24 h	24 h	24 h	24 h
t_{nenn}	12 h	10 h	10 h	12 h
t_{still}	0 h	12 h	12 h	12 h
t_{stromlos}	12 h	—	—	—
t_{bereit}	—	2 h	—	—
t_{auto}	—	—	2 h	—
Energieverbrauch^a	30,1 kWh/d	30,0 kWh/d	28,1 kWh/d	32,5 kWh/d
Energieeffizienzverhältnis	93 %	92 %	86 %	100 %
ANMERKUNG Die Kombination von Betriebsbereitschafts- und Autostart-Modus führt zu einem anderen Nutzungsprofil und wird nicht berücksichtigt.				
^a Ohne Energieverbrauch beim Personentransport (E_{Last})				

Das Energieeffizienzverhältnis der Betriebsart ändert sich in Abhängigkeit vom Nutzungsprofil und beeinflusst nicht das Energieeffizienzverhältnis. Für die Klassifizierung des Energieeffizienzverhältnisses der Betriebsart wird nur die Tabelle 3 herangezogen.

Für Nutzungsprofile, die anders als das Referenz-Nutzungsprofil sind, kann die Berechnung nach Tabelle A.3 erfolgen.

5.6 Klassifizierung der Energieeffizienz

Die Klassifizierung der Energieeffizienz leitet sich aus den folgenden Angaben ab:

a) Angabe über die Energieeffizienzklasse:

Dies Angabe der Klassifizierung beschreibt den Einfluss sowohl der Effizienz aktiver Bauteile als auch der Reibung von passiven Fahrtreppen/Fahrsteigbauteilen oder -systemen. Die Angabe über die Klassifizierung liegt im Bereich von A+++ bis E, wobei A+++ die höchste Effizienz bedeutet. Die Referenz-Leistungsaufnahme nach Tabelle A.2 entspricht der Energieeffizienzklasse D bei 100 %.

Die Klassifizierung wird durch die Anwendung der Tabelle 4 erhalten.

Tabelle 4 — Energieeffizienzklasse

Energieeffizienzverhältnis	≤55%	≤60%	≤65%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%	>100%
Energieeffizienzklasse	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E

b) Angaben über die Betriebsart:

Die Eigenschaft jeder Betriebsart wird durch ein Logo angegeben.

Diese Angabe für die Klassifizierung (Logo) beschreibt die Möglichkeit für die Anlage, in einer oder mehreren der folgenden Modi betrieben zu werden.



Ist eine bestimmte Möglichkeit vorhanden, wird das Logo abgehakt ✓ oder ✗ durchgestrichen.

c) Angaben zur Energieeffizienz der Zusatzverbraucher:



Für bei Fahrtreppen/Fahrsteigen werden keine Angaben festgelegt.

Messungen der Leistungsaufnahme von Zusatzeinrichtungen werden zur Energieklassifizierung nicht herangezogen.

6 Berichtswesen

6.1 Dokumentation der energetischen Beurteilung

Die Ergebnisse der energetischen Beurteilung müssen dokumentiert werden und Folgendes enthalten:

- a) technische Angaben zur Anlage in Übereinstimmung mit dem Datenblatt des Herstellers;
- b) Angaben zur berechneten oder gemessenen Leistungsaufnahme im Nulllast-Modus;
- c) Angabe der Energieeffizienzklasse;
- d) Angabe(n) zur Betriebsart, gekennzeichnet durch  oder  in Abhängigkeit von den bei der Anlage möglichen Betriebsarten.

6.2 Beispiel

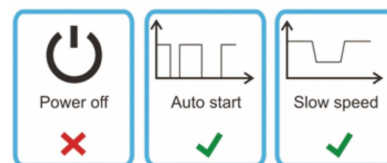
Als Beispiel für einen Bericht wird folgende Anlage herangezogen: Eine Fahrtreppe mit einer Förderhöhe von 4,5 m, einer Neigung von 30° und einer Nenngeschwindigkeit $v = 0,5$ m/s. Die berechnete spezifische Leistungsaufnahme beträgt 1 780 W.

Die Anlage erreicht Klasse B, weil $1\,780\text{ kW}/2\,505\text{ W} = 71\%$ des Referenzwerts nach Tabelle A.2 entspricht.

Die Anlage kann im Autostart- und im Betriebsbereitschafts-Modus betrieben werden.

Ein Beispiel für die Angaben im Bericht zur energetischen Beurteilung wird nachfolgend angegeben:

- Förderhöhe: 4,5 m;
 - Neigung: 30°;
 - Nenngeschwindigkeit: 0,5 m/s.
- a) Leistungsaufnahme im Nulllast-Modus: 1,78 kW;
 - b) Energieeffizienzklasse: B;
 - c) Angaben zur Betriebsart:



Anhang A (informativ)

Berechnung des Energieverbrauchs

A.1 Allgemeines

A.1.1 Vorbemerkungen

Die nachfolgenden Gleichungen wurden für Fahrtreppen und Fahrsteige mit beliebigen Anwendungen entwickelt.

A.1.2 Standardwerte

Es werden Standardwerte angegeben, um die Abschätzung des Energieverbrauchs für Planungszwecke zu ermöglichen. Die Standardwerte sind durchschnittliche, allgemeine Werte, die auf Herstellerangaben beruhen, die von ISO/TC 178/WG 5 validiert wurden. Sie können abhängig vom Einsatz und der Spezifikation des Produkts abweichen.

Ein Wert für die durchschnittliche Anzahl der Nutzer je Tag (N) muss bereitgestellt werden oder kann Tabelle A.1 entnommen werden.

ANMERKUNG In diesem Teil von ISO 25745 beträgt die Zeitspanne für die Berechnung 1 d. Andere Zeiträume können zur Anwendung kommen.

Tabelle A.1 — Typische Nutzung und Einbauorte und Energieverbrauch von Anlagen

Nutzer/Tag (N)	Typische Einbauorte
< 3 000	Geschäfte, Museen, Bibliotheken, Freizeiteinrichtungen, Stadion
bis 10 000	Kaufhäuser, Einkaufszentren, regionale Flughäfen, regionale Bahnhöfe
bis 20 000	Große Flughäfen, große Bahnhöfe, große U-Bahnstationen
> 20 000	Großflughäfen, Großbahnhöfe, U-Bahnstationen in Großstädten
Energieverbrauch (kW)	Typische Standardwerte (wie in Tabelle A.3 verwendet)
P_{still}	0,2 kW
P_{auto}	0,3 kW
P_{leer}	nach Tabelle A.2.
P_{bereit}	$P_{\text{leer}} \times 0,5$

A.2 Auf Schätzwerten basierendes Berechnungsverfahren für Planungszwecke

Für Planungszwecke muss der Gesamtenergieverbrauch einer Fahrtreppe oder eines Fahrsteigs mit den folgenden Gleichungen bestimmt werden

$$E_{\text{gesamt}} = E_{\text{Antrieb}} + E_{\text{zus}} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist:

E_{ges} der Gesamtenergieverbrauch der Anlage einschließlich Zusatzenergie;

E_{Antrieb} der Gesamtenergieverbrauch der Anlage ohne Zusatzenergie;

E_{zus} der Gesamtenergieverbrauch der Zusatzverbraucher.

$$E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{bereit}} + E_{\text{leer}} + E_{\text{Last}} \quad (\text{A.2})$$

Dabei ist:

E_{still} der Energieverbrauch der Fahrtreppe im Stillstand = 0,2 kW × Stillstandsdauer im Beobachtungszeitraum;

ANMERKUNG 1 0,2 kW ist ein Standardwert für die Leistung im Stillstand. Sie beträgt 50 % von $E_{\text{leer control}}$, da Bremsen, Schütze und andere Verbraucher nicht eingeschaltet sind.

E_{auto} der Energieverbrauch der Fahrtreppe im Autostart-Modus) = 0,3 kW × Dauer des Autostart-Modus im Beobachtungszeitraum;

ANMERKUNG 2 0,3 kW ist ein Standardwert für die Leistung im Autostart-Modus. Sie beträgt 75 % von $E_{\text{leer Control}}$, da Bremsen, Schütze und andere Verbraucher nicht eingeschaltet, jedoch die Fahrtrichtungsanzeige;

$E_{\text{leer Control}}$ der Energieverbrauch der Steuerung der Fahrtreppe im Nulllast-Modus) = $P_{\text{leer Control}}$ (siehe Tabelle 2) × zugehörige Zeitspanne;

E_{bereit} der Energieverbrauch der Fahrtreppe im Betriebsbereitschafts-Modus) = $P_{\text{leer}}/2$ (Tabelle A.2) × Dauer des Betriebsbereitschafts-Modus im Beobachtungszeitraum;

E_{leer} der Energieverbrauch der Fahrtreppe im Nulllast-Modus) = P_{leer} (Tabelle A.2) × Dauer des Nulllast-Modus im Beobachtungszeitraum;

E_{Last} der Energieverbrauch der Fahrtreppe beim Personentransport entspricht Tabelle A.1 und Tabelle A.3.

Tabelle A.2 — Referenz-Leistung unter Nulllast nach 5.2

Förderhöhe H m	Fahrtreppe ($\alpha = 30^\circ$)	
	$v = 0,5$ m/s	$v = 0,65$ m/s
3,0	2 243 W	3 222 W
4,5	2 505 W	3 602 W
6,0	2 766 W	3 983 W
8,0	3 114 W	4 490 W
Förderhöhe H m	Geneigter Fahrsteig ($\alpha = 12^\circ$)	
	$v = 0,5$ m/s	$v = 0,65$ m/s
3,0	2 788 W	—
4,5	3 333 W	—
6,0	3 878 W	—
Länge L m	Horizontaler Fahrsteig ($\alpha = 0^\circ$)	
	$v = 0,5$ m/s	$v = 0,65$ m/s
30	3 326 W	4 204 W
45	4 352 W	5 538 W
60	5 378 W	6 871 W
ANMERKUNG 1 Für Zwischenhöhen-, längen- oder -neigungen sowie beliebigen anderen Geschwindigkeiten gelten die Referenz-Gleichungen und Referenz-Werte aus Tabelle A.1.		
ANMERKUNG 2 Die oben genannte Leistungsaufnahme beinhaltet $P_{\text{leer Control}}$.		

Tabelle A.3 — Berechnungsverfahren zur Abschätzung des Energieverbrauchs für Fahrtreppen und Fahrsteige zu Planungszwecken

Allgemeine Daten	Kennwert	Beispiel	Einheit
Anschrift des Gebäudes		Musterbau	
Produktkategorie (Fahrtreppe/Fahrsteig)		Fahrtreppe	
Einsatzbereich (Kaufhaus, öffentlicher Verkehr)		Kaufhaus	
Förderhöhe	H	4,5	m
Länge	L	nicht anwendbar	m
Neigungswinkel	α	30	Grad
durchschnittliche Benutzeranzahl im Beobachtungs-zeitraum	N	8 000	Pers./Tag
durchschnittliches Gewicht der Benutzer	m	75	kg
Fahrtrichtung (aufwärts, abwärts, horizontal)		aufwärts	
Stufenbreite	W	1 000	mm
Nenngeschwindigkeit	v	0,5	m/s
Motornennleistung	P	7,5	kW

Allgemeine Daten		Kennwert	Beispiel	Einheit
Betriebszeiträume				
Beobachtungszeitraum (Tag, Woche, Monat, Jahr)			1	d
Dauer des Energieverbrauchs		t_{ges}	24	h
Dauer des Stillstand		t_{still}	12	h
Dauer des Autostart-Modus		t_{auto}	0	h
Zeitspanne bei Nenngeschwindigkeit		t_{nenn}	10	h
Dauer des Betriebsbereitschafts-Modus		t_{bereit}	2	h
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Stillstand				
E_{still}	$E_{still} = P_{still} \times t_{still}$	P_{still} nach Tabelle A.1 = 0,2	$0,2 \times 12 = 2,4$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Autostart-Modus				
E_{auto}	$E_{auto} = P_{auto} \times t_{auto}$	P_{auto} nach Tabelle A.1 = 0,3	$0,3 \times 0 = 0$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe unter Nulllast				
E_{leer}	$E_{leer} = P_{leer} \times t_{nenn}$	P_{leer} nach Tabelle A.2	$2,505 \times 10 = 25,1$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Betriebsbereitschafts-Modus				
E_{bereit}	$E_{bereit} = P_{bereit} \times t_{bereit}$	P_{bereit} nach Tabelle A.1	$1,250 \times 2 = 2,5$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe beim Personentransport				
E_{Last}	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Aufwärtsrichtung: $E_{Last} = N \times m \times g \times H \times 1/(3\,600\,000 \times \eta) \times (1 + \mu/\tan \alpha)$	Standard $\eta = 0,75$ Standard $\mu = 0,05$	$(8\,000 \times 75 \times 9,81 \times 4,5) \times 1/(3\,600\,000 \times 0,75) \times (1 + 0,05/0,577) = 10,7$	kWh
	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Abwärtsrichtung: $E_{Last} = N \times m \times g \times H \times \eta \times CF/(3\,600\,000) \times (-1 + \mu/\tan \alpha)$	Korrekturfaktor CF nach 3.2	$(8\,000 \times 75 \times 9,81 \times 4,5 \times 0,75 \times 0) \times 1/(3\,600\,000) \times (-1 + 0,05/0,577) = 0$	
	Horizontaler Fahrsteig ($\alpha = 0^\circ$): $E_{Last} = N \times m \times g \times L \times \mu/(3\,600\,000 \times \eta)$			
Antriebsenergie der Anlage ohne Zusatzverbraucher				
$E_{Antrieb}$	Aufwärtsrichtung: $E_{Antrieb} = E_{still} + E_{auto} + E_{bereit} + E_{leer} + E_{Last}$		$2,4 + 0 + 25,1 + 2,5 + 10,7 = 40,7$	kWh
$E_{Antrieb}$	Abwärtsrichtung: $E_{Antrieb} = E_{still} + E_{auto} + E_{bereit} + E_{leer} + E_{Last} (E_{Last} < 0)$		$2,4 + 0 + 25,1 + 2,5 - 0 = 30,0$	kWh

ANMERKUNG Der Energieverbrauch der Zusatzverbraucher ist anlagenspezifisch und erfordert eine fallweise Berechnung.

A.3 Auf Messwerten basierendes Berechnungsverfahren

Die Leistung wird unter folgenden Bedingungen gemessen:

- P_{still} (Leistung im Stillstand);
- P_{auto} (Leistung im Autostart-Modus);
- P_{bereit} (Leistung im Betriebsbereitschafts-Modus);
- P_{leer} (Leistung bei Nulllast);
- P_{zus} (Leistung der Zusatzverbraucher);

$$E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{bereit}} + E_{\text{leer}} + E_{\text{Last}}$$

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{Antrieb}} + E_{\text{zus}}$$

Dabei ist

$$E_{\text{still}} = P_{\text{still}} \times t_{\text{still}}$$

$$E_{\text{auto}} = P_{\text{auto}} \times t_{\text{auto}}$$

$$E_{\text{bereit}} = P_{\text{bereit}} \times t_{\text{bereit}}$$

$$E_{\text{leer}} = P_{\text{leer}} \times t_{\text{nenn}}$$

$$E_{\text{Last}} = N \times m \times g \times H \times 1 / (3\,600\,000 \times \eta) \times (1 + \mu / \tan \alpha)$$

(für $\alpha > 0^\circ$ in Aufwärtsrichtung für Fahrtreppen und geneigte Fahrsteige)

$$E_{\text{Last}} = N \times m \times g \times H \times \eta \times CF / (3\,600\,000) \times (-1 + \mu / \tan \alpha)$$

(für $\alpha > 0^\circ$ in Abwärtsrichtung für Fahrtreppen und geneigte Fahrsteige)

$$E_{\text{Last}} = N \times m \times g \times L \times \mu / (3\,600\,000 \times \eta)$$

(für $\alpha = 0^\circ$ in beiden Richtungen für horizontale Fahrsteige)

$$E_{\text{zus}} = P_{\text{zus}} \times t_{\text{zus}}$$

Tabelle A.4 — Auf Leistungsmessungen basierendes Berechnungsverfahren zur Überprüfung des Energieverbrauchs von Fahrtreppen und Fahrsteigen

Allgemeine Daten (Beispiel)	Kennwert	Beispiel	Einheit
Anschrift des Gebäudes		Musterbau	
Produktkategorie (Fahrtreppe/Fahrsteig)		Fahrtreppe	
Erstmessung/Überprüfung		Erstmessung	
Seriennummer		Seriennummer des Musters	
Markenname und Typ		Typ des Musters	
Herstellungsdatum		TT.MM.JJJJ	
Einbauort (innen, teilweise außen, außen)		innen	
Einsatzbereich (Kaufhaus, öffentlicher Verkehr)		Kaufhaus	
Förderhöhe	H	4,5	m
Länge	L	nicht anwendbar	m
Neigungswinkel	$alpha, \alpha$	30	Grad
durchschnittliche Benutzeranzahl im Beobachtungszeitraum	N	8 000	Pers./Tag
durchschnittliches Gewicht der Benutzer	m	75	kg
Fahrtrichtung (aufwärts, abwärts, horizontal)		aufwärts	
Stufenbreite	W	1 000	mm
Nenngeschwindigkeit	v	0,5	m/s
Motormennleistung	P	7,5	kW
Betriebszeiträume (Beispiel)			
Beobachtungszeitraum (Tag, Woche, Monat, Jahr)		1	d
Dauer des Energieverbrauchs	t_{ges}	24	h
Dauer des Stillstands	t_{still}	12	h
Dauer des Autostart-Modus	t_{auto}	0	h
Zeitspanne bei Nenngeschwindigkeit	t_{nenn}	10	h
Dauer des Betriebsbereitschafts-Modus	t_{bereit}	2	h
Einschaltdauer der Zusatzverbraucher	t_{zus}	12	h
Messbedingungen (Beispiel)			
Datum, Zeit		TT.MM.JJJJ:hh:mm	
Name der für die Messungen verantwortlichen Person		Klaus Mustermann	
Messausrüstung (Marke, Typ, Seriennummer, Einstellungen)		Typ des Musters	
Umgebungstemperatur	T	20	°C
Datum der letzten Wartung		TT.MM.JJJJ	
Beobachtungen			
Messwerte (Beispiel)			
Leistungsaufnahme im Stillstand	P_{still}	0,15	kW
Leistungsaufnahme im Autostart-Modus	P_{auto}	0,28	kW
Leistungsaufnahme im Betriebsbereitschafts-Modus	P_{bereit}	0,80	kW
Leistungsaufnahme bei Nulllast	P_{leer}	1,80	kW
Leistungsaufnahme der Zusatzverbraucher	P_{zus}	0,30	kW
sonstige Beobachtungen			

Allgemeine Daten (Beispiel)		Kennwert	Beispiel	Einheit
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Stillstand				
E_{still}	$E_{\text{still}} = \text{gemessene Leistung} \times t_{\text{still}}$		gemessene Leistung: $0,15 \times 12 = 1,8$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Autostart-Modus				
E_{auto}	$E_{\text{auto}} = \text{gemessene Leistung} \times t_{\text{auto}}$		gemessene Leistung: $0,28 \times 0 = 0$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe unter Nulllast				
E_{leer}	$E_{\text{leer}} = \text{gemessene Leistung} \times t_{\text{nenn}}$		gemessene Leistung: $1,8 \times 10 = 18,0$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Betriebsbereitschafts-Modus				
E_{bereit}	$E_{\text{bereit}} = \text{gemessene Leistung} \times t_{\text{bereit}}$		gemessene Leistung: $0,8 \times 2 = 1,6$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe beim Personentransport				
E_{Last}	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Aufwärtsrichtung: $E_{\text{Last}} = N \times m \times g \times H \times 1/(3\,600\,000 \times \eta) \times (1 + \mu/\tan \alpha)$	Standard $\eta = 0,75$ Standard $\mu = 0,05$	$(8\,000 \times 75 \times 9,81 \times 4,5) \times 1/(3\,600\,000 \times 0,75) \times (1 + 0,05/0,577) = 10,7$	kWh
	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Abwärtsrichtung: $E_{\text{Last}} = N \times m \times g \times H \times \eta \times CF/(3\,600\,000) \times (-1 + \mu/\tan \alpha)$	Korrekturfaktor CF nach 3.2	$(8\,000 \times 75 \times 9,81 \times 4,5 \times 0,75 \times 0) \times 1/(3\,600\,000) \times (-1 + 0,05/0,577) = 0$	kWh
	Horizontaler Fahrsteig ($\alpha = 0^\circ$): $E_{\text{Last}} = N \times m \times g \times L \times \mu/(3\,600\,000 \times \eta)$			
Energieverbrauch der Zusatzverbraucher der Fahrtreppe				
E_{zus}	$E_{\text{zus}} = \text{gemessene Leistung} \times t_{\text{zus}}$		$0,3 \times 12 = 3,6$	kWh
Antriebsenergie der Anlage ohne Zusatzverbraucher				
E_{Antrieb}	Aufwärtsrichtung: $E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{bereit}} + E_{\text{leer}} + E_{\text{Last}}$		$1,8 + 0 + 18,0 + 1,6 + 10,7 = 32,1$	kWh
E_{Antrieb}	Abwärtsrichtung: $E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{bereit}} + E_{\text{leer}} + E_{\text{Last}} (E_{\text{Last}} < 0)$		$1,8 + 0 + 18,0 + 1,6 - 0 = 21,4$	kWh
Gesamtenergieverbrauch der Anlage einschließlich Zusatzenergie				
E_{ges}	Aufwärtsrichtung: $E_{\text{ges}} = E_{\text{Antrieb}} + E_{\text{zus}}$		$32,1 + 3,6 = 35,7$	kWh
E_{ges}	Abwärtsrichtung: $E_{\text{ges}} = E_{\text{Antrieb}} + E_{\text{zus}}$		$21,4 + 3,6 = 25,0$	kWh