

DIN EN ISO 25745-3

ICS 91.140.90

Einsprüche bis 2013-08-17

Entwurf**Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen –
Teil 3: Energieberechnung und Klassifizierung von Fahrtreppen und
Fahrsteigen (ISO/DIS 25745-3:2013);
Deutsche Fassung prEN ISO 25745-3:2013**

Energy performance of lifts, escalators and moving walks –
Part 3: Energy calculation and classification for escalators and moving walks
(ISO/DIS 25745-3:2013);
English version prEN ISO 25745-3:2013

Performance énergétique des ascenseurs, escaliers mécaniques et trottoirs roulants –
Partie 3: Calcul énergétique et classification des escaliers mécaniques et trottoirs roulants
(ISO/DIS 25745-3:2013);
Version allemande prEN ISO 25745-3:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-06-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle
kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE
unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN, 60498 Frankfurt am Main,
Postfach 71 08 64 (Hausanschrift: Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 23 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf 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 prEN ISO 25745-3:2013.

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

Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen — Teil 3: Energieberechnung und Klassifizierung von Fahrtreppen und Fahrsteigen (ISO/DIS 25745-3:2013)

Performance énergétique des ascenseurs, escaliers mécaniques et trottoirs roulants — Partie 3 : Calcul énergétique et classification des escaliers mécaniques et trottoirs roulants (ISO/DIS 25745-3:2013)

Energy performance of lifts, escalators and moving walks — Part 3: Energy calculation and classification of escalators and moving walks (ISO/DIS 25745-3:2013)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Abschätzung des Energieverbrauchs	6
5 Klassifizierung der Energieeffizienz	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Berechnung der Referenz-Leistungsaufnahme.....	7
5.3 Berechnung oder Messung der Leistungsaufnahme der spezifizierten Anlage.....	8
5.4 Berechnung des Energieeffizienz-Verhältnisses	9
5.5 Berechnung des Verhältnisses zum Referenz-Betriebmodus	9
5.6 Klassifizierung der Energieeffizienz	9
5.7 Kennzeichnung der Energieeffizienz.....	10
Anhang A (informativ) Berechnung des Energieverbrauchs	12
A.1 Allgemeines	12
A.1.1 Vorbemerkungen	12
A.1.2 Standardwerte	12
A.2 Auf Schätzwerten basierendes Berechnungsverfahren für Planungszwecke	13
A.3 Auf Messwerten basierendes Berechnungsverfahren.....	16
Anhang B (informativ) Leitfaden zur Reduzierung des Energieverbrauchs.....	21

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 25745-3:2013) 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.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 25745-3:2013 wurde vom CEN als prEN ISO 25745-3:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm wurde als Reaktion auf die rasch ansteigende Notwendigkeit zur Sicherstellung und Unterstützung einer effizienten und effektiven Verwendung der Energie verfasst. Die 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.

Der gesamte Energieverbrauch für den gesamten 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 Norm wird jedoch nur die Leistungsaufnahme während des Betriebs (Fahren und Stillstand) betrachtet.

Bei der Erarbeitung dieser Norm hat die Arbeitsgruppe 10 des Technischen Komitees ISO/TC 178 umfangreiche Recherchen durchgeführt, die die Messungen und Modellierungen von über 300 typischen Fahrtreppen und Fahrsteigen umfassten. Die Ergebnisse dieser Recherchen wurden zur Bereitstellung der in den Tabellen 2 und 3 angegebenen Zahlenwerte herangezogen.

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

1 Anwendungsbereich

Diese Norm stellt

- a) allgemeine Hilfsmittel zur Abschätzung des Energieverbrauchs von Fahrtreppen und Fahrsteigen,
- b) eine einheitliche Vorgehensweise zur Klassifizierung der Energieeffizienz von bestehenden, modernisierten oder neuen Fahrtreppen und Fahrsteigen,
- c) einen Leitfaden zur Reduzierung des Energieverbrauchs, der zur Unterstützung von Gebäude-, Umwelt- und Energieklassifizierungssystemen herangezogen werden kann,

zur Verfügung.

1.2 Diese Norm gilt für die Energieeffizienz während des betrieblichen Teils im Lebenszyklus von Fahrtreppen und Fahrsteigen. Sie behandelt keine energierelevanten Aspekte der Zusatzverbraucher wie:

- a) Beleuchtung mit Ausnahme der Kammplattenbeleuchtung, Stufenspaltbeleuchtung und Fahrtrichtungsanzeige;

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

- b) Kühlung und Heizung;
- c) Alarmeinrichtungen und Versorgung der Notstrombatterien usw.

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

1.3 Diese Norm berücksichtigt alle Fahrtreppen und geneigte Fahrsteige bis zu einer Förderhöhe von 8 m sowie horizontale Fahrsteige bis zu einer Länge von 60 m. Damit sind etwa 85 % aller 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).

EN xyz:199x, *Titel der Europäischen Norm*

EN ab-c:199x, *Einführendes Element — Hauptelement — Teil c: Titel des Teils*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Zusatzenergie

Energie, die von den Zusatzverbrauchern verbraucht wird

3.2

Zusatzverbraucher

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

3.3

Autostart-Modus

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

3.4

Energie

über einen definierten Zeitraum aufgenommene Leistung

3.5

Last-Modus

Modus, in dem die Fahrtreppe/der Fahrsteig mit einer oder mehreren Personen läuft

3.6

Nulllast-Modus

Modus, in dem die Fahrtreppe/der Fahrsteig mit Nenngeschwindigkeit ohne Personen läuft

3.7

Nenngeschwindigkeit

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

3.8

stromloser Zustand

Energieversorgung der Anlage ist durch den Hauptschalter unterbrochen, z. B. während der Nacht

3.9

Einlaufzeit

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

3.10

Schleichfahrt-Modus

Fahrtreppe/Fahrsteig läuft mit einer niedrigen Geschwindigkeit ohne Personen

3.11

Stillstand

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

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. Gleichungen werden 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 wirklichen Energieverbrauch, der im Wesentlichen durch die Verkehrsstruktur, Technologie und Lastfaktoren beeinträchtigt wird, abweichen. Genauere Abschätzungen stehen gegebenenfalls bei den Herstellern oder Energieberatern zur Verfügung.

Es werden zwei Verfahren zur Abschätzung des Energieverbrauchs angegeben:

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

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

Alle Informationen nach Anhang A, Tabellen A.3 und 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 mittels Durchführung der folgenden Schritte erhalten werden.

- a) Normalisierung der berechneten oder gemessenen Leistungsaufnahme einer einzelnen Anlage:
 - Berechnung der Referenz-Leistungsaufnahme (5.2);
 - Berechnung oder Messung der Leistungsaufnahme der spezifizierten Anlage (5.3);
 - Berechnung des Energieeffizienz-Verhältnisses (5.4).
- b) Normalisierung der Leistungsaufnahme für den Betriebsmodus einer einzelnen Anlage:
 - Berechnung des Verhältnisses zum Referenz-Betriebsmodus (5.5).
- c) Berücksichtigung der Effizienz der Zusatzleistung:
 - Berücksichtigung nach 5.6

Dieses Klassifizierungs-Verfahren gilt für sich im 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 Berechnung der Referenz-Leistungsaufnahme

Das Ergebnis dieser Berechnung ist die Leistungsaufnahme einer Anlage, die im Nulllast-Modus läuft, als Ergebnis, das sich aus

- der Leistungsaufnahme des Handlaufsystems;
- der Leistungsaufnahme des Stufenbandsystems;
- der Leistungsaufnahme der Steuerung

ergibt.

Diese Werte werden mit den folgenden Gleichungen berechnet:

$$P_{\text{null ref}} = P_{\text{null Handlauf}} + P_{\text{null Stufe/Palette}} + P_{\text{null Control}}$$

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

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

$$P_{\text{null Stufe/Palette}} = \frac{\left(2 \cdot \left(\frac{m_{\text{SB/PB}}}{0,405 \cdot [m]} + 2 \cdot m_{\text{Kette}} \right) \cdot \frac{9,81 [m \cdot s^{-2}]}{1000} \cdot \mu_{\text{SB/PB}} \cdot \frac{H}{\tan \alpha} + C \right)}{\eta_{\text{null}}} \cdot v \text{ [kW]}$$

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

Zum Erhalten der Referenz-Leistungsaufnahme muss die Berechnung mit den Referenzwerten aus der Tabelle 1 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 1 — Referenzwerte

	Fahrtreppe $v < 0,65 \text{ m/s}$ alle Steigungen	Fahrtreppe $v \geq 0,65 \text{ m/s}^*$ alle Steigungen	Geneigter Fahrsteig $\alpha > 3^\circ$ bis 12°	Horizontaler Fahrsteig $\alpha = 0^\circ$ bis 3°	Einheit
A	9	5	4	5	N/m
B	400	400	400	300	N
C	0,1	0,1	0,1	0,1	kN
η_{null}	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
$P_{\text{nullControl}}$	0,4	0,4	0,4	0,4	kW

* 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 spezifizierten Anlage

Für die Berechnung der Leistungsaufnahme der spezifizierten Anlage darf das Berechnungsmodell nach 5.2 eingesetzt werden. In diesem Fall werden die Referenzwerte aus der Tabelle 1 durch spezifische Werte für die spezifizierte Anlage ersetzt.

Jedes andere gleichwertige Berechnungsverfahren darf verwendet werden.

Alternativ darf bei bestehenden Anlagen die Leistungsaufnahme nach ISO 25745-1 bestimmt werden.

Die Messung muss:

- nach dem Ende einer Einlaufzeit von 1 000 h;
- nach mindestens 30 min ununterbrochenen Fahrens;
- 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 $P_{\text{null spez}}$ bezeichnet.

5.4 Berechnung des Energieeffizienz-Verhältnisses

Das Energieeffizienz-Verhältnis wird dadurch bestimmt, dass die spezifische Leistungsaufnahme (siehe 5.3) zur Referenz-Leistungsaufnahme (siehe 5.2) ins Verhältnis gesetzt wird.

Das Energieeffizienz-Verhältnis ist $P_{\text{null spez}} / P_{\text{null ref}}$ [%].

5.5 Berechnung des Verhältnisses zum Referenz-Betriebsmodus

Zur Berechnung des Verhältnisses zum Referenz-Betriebsmodus wird ein Referenz-Nutzungsprofil nach Tabelle 2 verwendet.

Tabelle 2 — Referenz-Nutzungsprofil

Betriebsmodus	Abschaltung	Schleichfahrt	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_{schleich}	-	2 h	-	-
t_{auto}	-	-	2 h	-
Energieverbrauch	30,1 kWh/d	30,0 kWh/d	28,1 kWh/d	32,5 kWh/d
Verhältnis zum Betriebsmodus *	93 %	92 %	86 %	100 %
* Ohne Energieverbrauch aufgrund des Personentransports				

ANMERKUNG Das Verhältnis zum Referenz-Betriebsmodus darf Schleichfahrt- und Autostart-Modus nicht berücksichtigen. Die Kombination dieser beiden Betriebsmodi führt zu einem anderen Nutzungsprofil.

Das Verhältnis zum Betriebsmodus ändert sich in Abhängigkeit des Nutzungsprofils und beeinflusst nicht das Energieeffizienz-Verhältnis. Für die Klassifizierung des Verhältnisses zum Betriebsmodus wird nur die Referenztabelle 2 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 über die folgenden Angaben ab:

a) Angabe über die Energieeffizienz-Klasse:

Diese Angabe für die 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 erhält man durch die Anwendung der Tabelle 3.

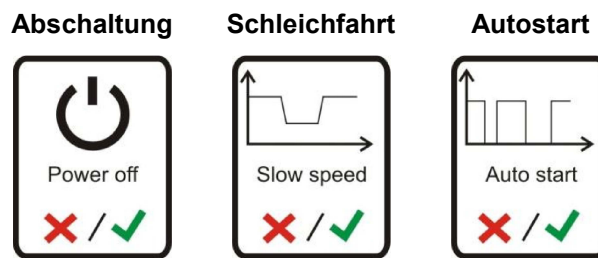
Tabelle 3 —Energieeffizienz-Klasse

Energieeffizienz-Verhältnis	5 ≤ 55%	6 ≤ 60%	7 ≤ 65%	8 ≤ 70%	9 ≤ 80%	10 ≤ 90%	11 ≤ 100%	12 >100%
Energieeffizienz-Klasse	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E

b) Angaben über den Betriebsmodus:

Die Eigenschaft jedes Betriebsmodus wird durch ein Logo angegeben.

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



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

c) Angaben über die Zusatzenergieeffizienz:

Für die Zusatzenergieeffizienz bei Fahrtreppen/Fahrsteigen werden keine Angaben festgelegt.

Messungen der Leistungsaufnahme von Zusatzeinrichtungen werden zur Energieklassifizierung nicht herangezogen.

5.7 Kennzeichnung der Energieeffizienz

Die nachfolgenden Informationen müssen sich auf der Kennzeichnung befinden:

- a) Angabe der Energieeffizienz-Klasse;
- b) Angabe(n) über den Betriebsmodus;
- c) Obergrenze der Leistungsaufnahme in der angegebenen Klasse bei Nulllast.

Bild 1 ist ein Beispiel für eine Anlage mit einer Förderhöhe von 4,5 m, einer Steigung von 30° und einer Nenngeschwindigkeit $v = 0,5$ m/s. Klasse B: “≤ 1,78 kW”, das bedeutet 71 % des Referenzwerts nach Tabelle A.2.

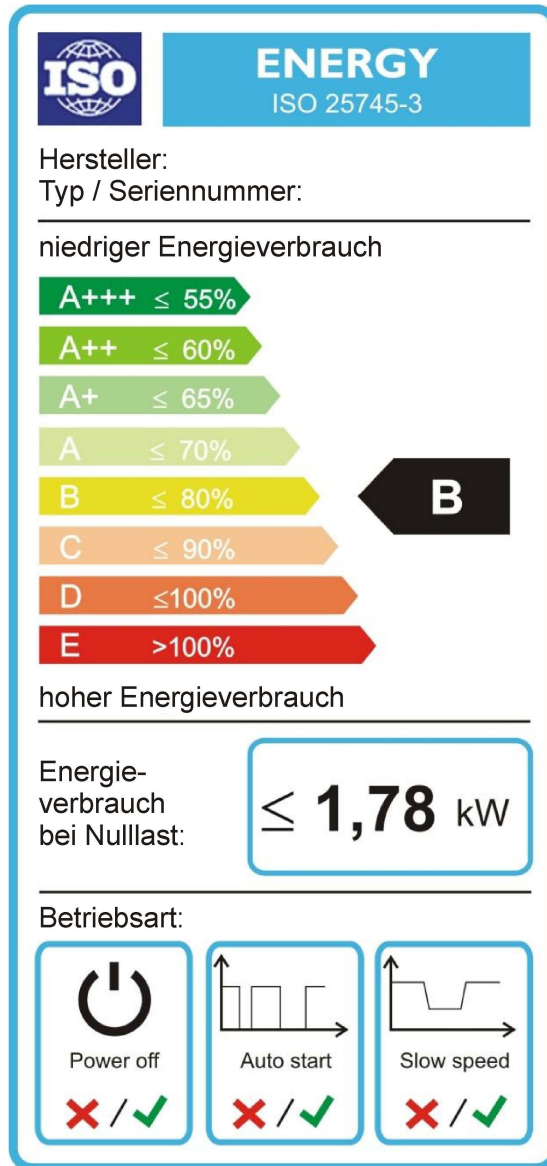


Bild 1 — Kennzeichnung mit Angabe der Energieeffizienz-Klasse

Die Kennzeichnung muss Bestandteil der Unterlagen bei der eingebauten Anlage sein.

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 der nachfolgenden Tabelle A.1 entnommen werden.

ANMERKUNG In dieser Norm 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_{null}	nach Tabelle A.2.
P_{schleich}	$P_{\text{null}} * 0,5$

A.2 Auf Schätzwerten basierendes Berechnungsverfahren für Planungszwecke

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

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

Dabei ist:

E_{ges} der Gesamtenergieverbrauch der Anlage einschließlich Zusatzenergie;

E_{Antrieb} der Gesamtenergieverbrauch der Anlage ohne Zusatzenergie;

E_{zus} der Gesamtenergieverbrauch der Zusatzverbraucher.

$$E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{schleich}} + E_{\text{null}} + E_{\text{Last}}$$

Dabei ist:

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

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

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

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

$E_{\text{null Control}}$ (Energieverbrauch der Steuerung der Fahrtreppe im Nulllast-Modus) = $P_{\text{null Control}}$ (siehe Tabelle 1) * zugehörige Zeitspanne;

E_{schleich} (Energieverbrauch der Fahrtreppe im Schleichfahrt-Modus) = $P_{\text{null}} / 2$ (Tabelle A.2) * Dauer des Schleichfahrt-Modus im Beobachtungszeitraum;

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

E_{Last} (Energieverbrauch der Fahrtreppe infolge des Personentransports) entspricht Tabelle A1 und Tabelle A3;

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

Förderhöhe H m	Fahrtreppe ($\alpha=30^\circ$)	
	$v = 0,50$ 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 ($\alpha=12^\circ$)	
	$v = 0,50$ m/s	$v = 0,65$ m/s
3,0	2 788 W	-
4,5	3 333 W	-
6,0	3 878 W	-
Förderhöhe 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
Für Zwischenhöhen-, längen- oder -steigungen sowie beliebigen anderen Geschwindigkeiten gelten die Referenz-Gleichungen und Referenz-Werte aus Tabelle 1.		
ANMERKUNG Die oben genannte Leistungsaufnahme beinhaltet $P_{\text{null Control}}$.		

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	n. z.	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
	Motornennleistung	P	7,5	kW
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 Schleichfahrt-Modus	$t_{schleich}$	2	h
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Stillstand				
E_{still}	$E_{still} = P_{still} * t_{still}$	P_{still} nach Tabelle A.1 = 0,2	$0,2 * 12 = 2,4$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Autostart-Modus				
E_{auto}	$E_{auto} = P_{auto} * t_{auto}$	P_{auto} nach Tabelle A.1 = 0,3	$0,3 * 0 = 0$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe unter Nulllast				
E_{null}	$E_{null} = P_{null} * t_{nenn}$	nach. Tabelle A.2	$2,505 * 10 = 25,1$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Schleichfahrt-Modus				
$E_{schleich}$	$E_{schleich} = P_{schleich} * t_{schleich}$	$P_{schleich}$ nach Tabelle A.1	$1,250 * 2 = 2,5$	kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe beim Personentransport				
E_{Last}	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Aufwärtsrichtung: $E_{Last} = N * m * g * H * 1 / (3\ 600\ 000 * \eta) * (1 + \mu / \tan \alpha)$	Standard $\eta = 0,75$ Standard $\mu = 0,05$	$(8\ 000 * 75 * 9,81 * 4,5) * 1 / (3\ 600\ 000 * 0,75) * (1 + 0,05 / 0,577) = 10,7$	kWh
	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Abwärtsrichtung: $E_{Last} = N * m * g * H * \eta * CF / (3\ 600\ 000) * (-1 + \mu / \tan \alpha)$	Korrekturfaktor CF nach Tabelle A.5	$(8\ 000 * 75 * 9,81 * 4,5 * 0,75 * 0) * 1 / (3\ 600\ 000) * (-1 + 0,05 / 0,577) = 0$	
	Horizontaler Fahrsteig ($\alpha = 0^\circ$): $E_{Last} = N * m * g * L * \mu / (3\ 600\ 000 * \eta)$			
Antriebsenergie der Anlage ohne Zusatzverbraucher				
$E_{Antrieb}$	Aufwärtsrichtung: $E_{Antrieb} = E_{still} + E_{auto} + E_{schleich} + E_{null} + E_{Last}$		$2,4 + 0 + 25,1 + 2,5 + 10,7 = 40,7$	kWh
$E_{Antrieb}$	Abwärtsrichtung: $E_{Antrieb} = E_{still} + E_{auto} + E_{schleich} + E_{null} + E_{Last} (E_{Last} < 0)$		$2,4 + 0 + 25,1 + 2,5 - 0 = 30,0$	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_{schleich} (Leistung im Schleichfahrt-Modus);
- P_{null} (Leistung bei Nulllast);
- P_{zus} (Leistung der Zusatzverbraucher);

$$E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{schleich}} + E_{\text{null}} + E_{\text{Last}}$$

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

Dabei ist

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

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

$$E_{\text{schleich}} = P_{\text{schleich}} \cdot t_{\text{schleich}}$$

$$E_{\text{null}} = P_{\text{null}} \cdot t_{\text{nenn}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

	Allgemeine Daten	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	n. z.	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
	Motornennleistung	P	7,5	kW

Betriebszeiträume				
	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 Schleichfahrt-Modus	$t_{schleich}$	2	h
	Einschaltdauer der Zusatzverbraucher	t_{zus}	12	h
Messbedingungen				
	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		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 Schleichfahrt-Modus	P_{schleich}	0,80 ??	kW
	Leistungsaufnahme bei Nulllast	P_{null}	1,80 ??	kW
	Leistungsaufnahme der Zusatzverbraucher	P_{zus}	0,30 ??	kW
	Sonstige Beobachtungen			

Es kann erforderlich werden, die Werte an den Abgleich der Standardwerte (aktuell wesentlich niedriger als der Standardwert zwischen 1,8 kW und 2,5 kW bei Nulllast?!) anzupassen.

Energieverbrauch der Fahrtreppe im Stillstand				
E_{still}	$E_{\text{still}} = \text{gemessene Leistung} * t_{\text{still}}$	gemessene Leistung: 0,15 * 12 = 1,8		kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Autostart-Modus				
E_{auto}	$E_{\text{auto}} = \text{gemessene Leistung} * t_{\text{auto}}$	gemessene Leistung: 0,28 * 0 = 0		kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe unter Nulllast				
E_{null}	$E_{\text{null}} = \text{gemessene Leistung} * t_{\text{nenn}}$	gemessene Leistung: 1,8 * 10 = 18,0		kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe im Schleichfahrt-Modus				
E_{schleich}	$E_{\text{schleich}} = \text{gemessene Leistung} * t_{\text{schleich}}$	gemessene Leistung: 0,8 * 2 = 1,6		kWh
Energieverbrauch der Fahrtreppe beim Personentransport				
E_{Last}	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Aufwärtsrichtung: $E_{\text{Last}} = N * m * g * H * 1 / (3\,600\,000 * \eta) * (1 + \mu / \tan \alpha)$	Standard $\eta = 0,75$ Standard $\mu = 0,05$ Korrekturfaktor CF nach Tabelle A.5	(8 000 * 75 * 9,81 * 4,5) * 1 / (3 600 000 * 0,75) * (1 + 0,05 / 0,577) = 10,7	kWh
	Fahrtreppe oder geneigter Fahrsteig in Abwärtsrichtung: $E_{\text{Last}} = N * m * g * H * \eta * CF / (3\,600\,000) * (-1 + \mu / \tan \alpha)$			
	Horizontaler Fahrsteig ($\alpha = 0^\circ$): $E_{\text{Last}} = N * m * g * L * \mu / (3\,600\,000 * \eta)$			
Energieverbrauch der Zusatzverbraucher der Fahrtreppe				
E_{zus}	$E_{\text{Zusatz}} = \text{gemessene Leistung} * t_{\text{Zusatz}}$	0,3 * 12 = 3,6		kWh
Antriebsenergie der Anlage ohne Zusatzverbraucher				
E_{Antrieb}	Aufwärtsrichtung: $E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{schleich}} + E_{\text{null}} + E_{\text{Last}}$	1,8 + 0 + 18,0 + 1,6 + 10,7 = 32,1		kWh
E_{Antrieb}	Abwärtsrichtung: $E_{\text{Antrieb}} = E_{\text{still}} + E_{\text{auto}} + E_{\text{schleich}} + E_{\text{null}} + E_{\text{Last}} (E_{\text{Last}} < 0)$	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

Tabelle A.5 — Begriffe (in alphabetischer Reihenfolge)

Formelzeichen	Begriff	Definition	Unit	Annahmen
α	Neigungswinkel	größter Winkel zur Horizontalen, in dem sich die Stufen, Paletten oder der Gurt bewegen	Grad	
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 η von Anlagen bei Abwärtsfahrt	-	$N/d \leq 10\ 000$ oder nicht-regenerativer Antrieb: $CF = 0$ $N/d > 10\ 000$: $CF = 0,5$
η	Wirkungsgrad	Wirkungsgrad bei Lastkombinationen	-	Durchschnittswert aus unterschiedlichen Lastkombinationen
η_{null}	Wirkungsgrad	Wirkungsgrad bei Nulllast	-	
E_{ges}	Energie	Gesamtenergieverbrauch der Anlage einschließlich Zusatzverbraucher	kWh	
E_{Antrieb}	Energie	Gesamtenergieverbrauch der Anlage ohne Zusatzenergie	kWh	
E_{Zus}	Energie	Gesamtenergieverbrauch der Zusatzverbraucher	kWh	
E_{still}	Energie	Energieverbrauch im Stillstand	kWh	
E_{auto}	Energie	Energieverbrauch im Autostart-Modus	kWh	
E_{schleich}	Energie	Energieverbrauch im Schleichfahrt-Modus	kWh	
E_{null}	Energie	Energieverbrauch bei Nulllast	kWh	
E_{Last}	Energie	Energieverbrauch beim Transport von Personen	kWh	Negativ bei Abwärtsfahrt; positive bei Aufwärtsfahrt
E_{reib}	Energie	Energieverbrauch durch Reibung verursachende Lasten	kWh	E_{reib} ist eine Funktion aus Reibung und Wirkungsgrad
H	Förderhöhe	senkrechter Abstand zwischen dem oberen und unteren Fußboden	m	
L	Länge	Abstand zwischen den Kammschnittlinien	m	
μ	Reibungsbeiwert	Reibungsbeiwert infolge von Lastkombinationen	-	Durchschnittswert aus unterschiedlichen Lastkombinationen
$\mu_{\text{SB/PB}}$	Reibungsbeiwert	Reibungsbeiwert des Stufen-/Palettenbands	-	Durchschnittswert aus unterschiedlichen Lastkombinationen

Formelzeichen	Begriff	Definition	Unit	Annahmen
m_p	Fahrgastgewicht t	Durchschnittsgewicht der Fahrgäste	kg	75 kg/Person
$m_{SB/PB}$	Masse	Masse einer Stufe/Palette	kg	
m_{Kette}	Masse	Masse des Kettenbands	kg/m	
N	Anzahl der Fahrgäste	Anzahl der transportierten Personen im Beobachtungszeitraum	-	
$P_{null\ ref}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme bei Nulllast	kW	
$P_{null\ spez}$	Leistung	gesamte berechnete oder gemessene Leistungsaufnahme der spezifizierten Anlage bei Nulllast	kW	
$P_{null\ Handlauf}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme des Handlaufsystems bei Nulllast	kW	
$P_{null\ Stufe/Palette}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme des Stufen-/Palettenbandsystems bei Nulllast	kW	
$P_{null\ Control}$	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme im Nulllast-Modus	kW	
P_{still}	Leistung	gesamte Referenz-Leistungsaufnahme im Stillstand-Modus	kW	
t_{ges}	Zeit	Dauer des Energieverbrauchs im Beobachtungszeitraum	h	
t_{still}	Zeit	Dauer des Stillstands im Beobachtungszeitraum	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	
$t_{schleich}$	Zeit	Dauer des Schleichfahrt-Modus im Beobachtungszeitraum	h	
t_{zus}	Zeit	Einschaltdauer der Zusatzverbraucher	h	
v	Geschwindigkeit t	Nenngeschwindigkeit der Fahrtreppe oder des Fahrsteigs	m/s	

Anhang B (informativ)

Leitfaden zur Reduzierung des Energieverbrauchs

In der nachfolgenden Tabelle werden einige Technologien bzw. Betriebsmodi zur Energieeinsparung beschrieben.

Maßnahme	Beschreibung	Anmerkung
Autostart	Anhalten der Anlage bei Abwesenheit von Fahrgästen	Verbrauchsminderung durch Umschalten von E_{null} nach E_{still}
Schleichfahrt	Reduzierung der Geschwindigkeit der Anlage bei Abwesenheit von Fahrgästen	Verbrauchsminderung durch Umschalten von E_{null} nach $E_{schleich}$
Abschaltung	Unterbrechung der Antriebsenergie, z. B. während der Nacht	Verbrauchsminderung durch Ausschalten von E_{still}
Abschaltung der Zusatzverbraucher	Unterbrechung der Energieversorger der Zusatzverbraucher	Verbrauchsminderung durch Ausschalten von E_{zus}
Regelung der Motorspannung	lastabhängige Spannungsreduzierung, z. B. Stern-Dreieck-Schaltung, Frequenzumrichter, Spannungssteuerung	Erhöhung von η des Motors, woraus sich eine Verbrauchsminderung von E_{null} , $E_{schleich}$ und im Teillastbetrieb ergibt
Erhöhung des Wirkungsgrads des Getriebes	Einsatz von Getriebetechnologien mit verbessertem Wirkungsgrad, z. B. Stirnradgetriebe	Erhöhung von η des Getriebes, woraus sich eine Verbrauchsminderung von E_{null} , $E_{schleich}$ und unter allen Lastbedingungen ergibt
Erhöhung des Wirkungsgrads des Motors	Einsatz von Motortechnologien mit verbessertem Wirkungsgrad	Erhöhung von η des Motors, woraus sich eine Verbrauchsminderung von E_{null} , $E_{schleich}$ und unter allen Lastbedingungen ergibt
Erhöhung des Wirkungsgrads des Handlaufs	Einsatz von Handlaufkomponenten mit geringer Reibung	Verbrauchsminderung von E_{null} , E_{reib} , $E_{schleich}$ und unter allen Lastbedingungen
Erhöhung des Wirkungsgrads der Stufen-/Palettenkette	Einsatz von automatischen Schmiersystemen	Verbrauchsminderung von E_{null} , E_{reib} , $E_{schleich}$ und unter allen Lastbedingungen