

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Aufzüge  
Energieeffizienz

VDI 4707

Entwurf

Lifts – Energy efficiency

Einsprüche bis 2008-05-31

- vorzugsweise in Tabellenform als Datei per E-Mail an [tga@vdi.de](mailto:tga@vdi.de)  
Die Vorlage dieser Tabelle kann abgerufen werden unter <http://www.vdi-richtlinien.de/einsprueche>
- in Papierform an  
VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	3
<b>2 Begriffe</b> .....	3
<b>3 Kennwerte</b> .....	3
3.1 Stillstandsbedarf .....	3
3.2 Fahrtbedarf .....	3
3.3 Energieeffizienzklassen .....	3
3.4 Nutzungskategorie .....	3
<b>4 Ermittlung der Angaben und Kennwerte</b> .....	4
4.1 Stillstandsbedarf .....	4
4.2 Fahrtbedarf .....	4
4.3 Messung der Energieverbrauchswerte .....	5
4.4 Anforderungen an das Messen und die Messgerät zur Messung des Kraftstromkreises .....	6
4.5 Energieverbrauchsklassen und Energieeffizienzklassen .....	6
4.6 Aufzugs-Energiezertifikat nach VDI 4707 .....	6
4.7 Rechenbeispiel .....	6
<b>5 Überprüfung der Kennwerte am Aufzug sowie Bestimmung von   Verbrauchswerten für bestehende Aufzüge</b> .....	8
<b>6 Berechnung des Jahresenergiebedarfs</b> .....	8
<b>7 Auswahl der Aufzugsparameter in der Planungsphase</b> .....	9
<b>Anhang A</b> Einfluss von Montage, Wartung und Instandhaltung .....	9
<b>Anhang B</b> Einflussfaktoren bei Aufzugskomponenten, Empfehlungen für Hersteller .....	10
<b>Anhang C</b> Beispiele .....	11
<b>Anhang D</b> Beispieldaten .....	13
Schrifttum .....	16

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 5: Aufzugstechnik

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie waren beteiligt:

*Wolfgang Adldinger*, Wiedenzhausen  
(stellvertretender Obmann)  
Dipl.-Ing. *Werner A. Boehm* VDI  
*Harald Giehl*, Eltville  
*Theodor Helmle*, Harthausen  
*Hans M. Jappsen*, Oberwesel  
*Urs Lindegger*, Ebikon (CH)  
*Michael Machovec*, Hannover  
*Friedhelm Meermann* VDI, Herbolzheim  
(Obmann)  
Dr.-Ing. *Gerhard Schiffner*, Ostfildern  
Dipl.-Ing. *Günter Volz* VDI, Ehningen  
*Uli Vetter*, Künzelsau  
*Horst Wittur*, ZFA Roßwein  
Dipl.-Phys. *Thomas Wollstein* VDI, Düsseldorf  
*Peter Zeitler*, Gräfelfing

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Die Richtlinie VDI 4707 behandelt die Energieeffizienz von Aufzugsanlagen.

Das Ziel ist, die Beurteilung und Kennzeichnung für den Energiebedarf und -verbrauch von Aufzugsanlagen nach einheitlichen Kriterien festzulegen und transparent darzustellen. Grundlage hierfür ist die Bedarfs- und Verbrauchsermittlung.

Die Richtlinie richtet sich an Bauherren, Architekten, Fachplaner, Montage-/Instandhaltungsunternehmen und Betreiber sowie Prüforganisationen.

Die Richtlinie gilt für alle Gebäudearten. Sie ist aufgrund von technischen Besonderheiten der Aufzugsanlagen innerhalb der Technischen Gebäudeausrüstung aus dem Gesamtwerk der Richtlinienreihe VDI 2067 herausgelöst worden.

Ressourceneffizientes Wirtschaften steht seit der Veröffentlichung der EU-Richtlinie 2002/91/EG vom 16.12.2002 im Blickpunkt der Gebäudetechnik und deren Bewirtschaftung. Die Umsetzung

dieser Richtlinie in nationales Recht ist durch die Verabschiedung der Energieeinsparverordnung (EnEV) mit Kabinettsbeschluss vom 26.05.2007 erfolgt. Der deutsche Gesetzgeber und dessen staatliche und kommunale Verwaltung richten nunmehr ihren Fokus auf alle Gebäudearten. Sie fordern die Ausweisung der Energieeffizienz für Heizungs-, Kühl-, Raumluft- und Beleuchtungstechnik sowohl für neue Gebäude als auch für den Bestand. Dies schließt die Fördertechnik im Gebäude explizit nicht ein. Die Aufzugsindustrie hat jedoch freiwillig die Position bezogen, die Energieeffizienz von Aufzügen im Sinne des Kyoto-Protokolls voranzutreiben. Künftige, weitergehende Regelungen sind zu erwarten; sie können durchaus die Fördertechnik auch verpflichtend einbinden.

Die technologische und normative Entwicklung war die Motivation, mit Berücksichtigung bereits bestehender technischer Regeln sowie der Empfehlung und Vernehmlassung zur SIA 380/4<sup>1)</sup> und dem im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Energie von der S.A.F.E.<sup>2)</sup> ausgearbeiteten Bericht auch für die Bundesrepublik Deutschland national geltende Grundlagen zu ermitteln, die für den Betrieb von Aufzügen in transparenter Weise die Energieverbräuche messen, bewerten, beurteilen und ausweisen lassen.

Die Ergebnisse können ressourceneffizientes Wirtschaften unterstützen und ein Qualitätsmerkmal der Aufzugsanlagen und ihres Betriebes bilden sowie zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung führen. Zugleich kann durch die energieeffiziente Gestaltung der Aufzugsanlagen ein nachhaltig wirkender Beitrag zur zukunftssicheren Umwelt – nämlich geringere Umweltbelastung – geleistet werden.

Nicht verkannt wird, dass für das ganzheitliche Ziel eines rationellen Einsatzes von elektrischer Energie in Gebäuden neben der Energieeffizienz die Ökobilanz zu beachten ist. Dies gilt auch für Aufzüge, weshalb neben den Betriebsphasen auch die Herstellung der Aufzüge, die Bereitstellung der Rohstoffe sowie die Entsorgung – das sogenannte Lifecycle-Assessment (LCA, Lebenszyklusbetrachtung) – mit einzubeziehen ist. Diese weiterführende fachliche Bewertung ist aber nicht Inhalt dieser Richtlinie.

<sup>1)</sup> Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

<sup>2)</sup> Schweizerische Agentur für Energieeffizienz

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung und Kennzeichnung der Energieeffizienz von neuen Personen- und Lastenaufzügen. Sie kann ebenfalls für die nachträgliche Feststellung der Energieeffizienz bestehender Aufzüge sowie für die Nachprüfung von Bedarfsangaben des Herstellers und die Ermittlung des voraussichtlichen Energieverbrauchs herangezogen werden.

Der Zweck dieser Richtlinie ist es, anhand von Methoden zur Bewertung und Überprüfung des Energiebedarfs eine allgemein verständliche und transparente Beurteilung der Energieeffizienz von Aufzügen zu ermöglichen. Damit erhalten Bauherren, Architekten, Fachplaner, Montage- und Instandhaltungsunternehmen und Betreiber sowie Überwachungsorganisationen eine Möglichkeit, bei der Beurteilung der Energieeffizienz von Gebäuden auch den Energiebedarf der Aufzüge mit einzubeziehen und vorteilhafte Produkte auszuwählen.

Mit dieser Richtlinie wird die Grundlage für eine energetische Bewertung von Aufzügen im Rahmen der Gesamt-Energieeffizienz von Gebäuden geschaffen. Das Ergebnis kann mit einem beigefügten Energiezertifikat für Aufzüge dargestellt und dem Betreiber als Ergänzung der Betriebsdokumentation übergeben werden.

## 2 Begriffe

In der vorliegenden Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Begriffe verwendet:

### *Aufzug*

*Aufzug* wird in dieser VDI-Richtlinie für Aufzüge und Aufzugsanlagen verwendet.

### *Fahrtbedarf<sup>3)</sup>*

Der *Fahrtbedarf* ist der gesamte Energieverbrauch des Aufzugs während den Fahrten bei festgelegten Fahrtzyklen mit definiertem Beladungszustand, siehe Abschnitt 3.2.

### *Nutzungskategorie*

Einteilung von Aufzügen in Klassen nach Nutzungshäufigkeit bzw. -intensität, durchschnittlicher täglicher Fahrt- und Stillstandszeit und Gebäudeart zwecks Zuordnung zu einer Energieeffizienzklasse nach dieser VDI-Richtlinie.

<sup>3</sup> In der Technischen Gebäudeausrüstung wird unterschieden zwischen Verbrauchs- und Bedarfswerten, wobei die ersteren tatsächliche Verbräuche sind, während die letzteren Erwartungswerte sind, die auf bestimmten Vorgaben beruhen.

### *Stillstandsbedarf* (Standby-Bedarf)

Gesamter Energieverbrauch des Aufzugs bei abgeschaltetem Antrieb, siehe Abschnitt 3.1.

## 3 Kennwerte

Der Energiebedarf von Aufzügen kann in einem spezifischen Bedarfswert ausgedrückt werden, in dem anhand von

- Stillstandsbedarf und
- Fahrtbedarf

ein spezifischer Wert der **benötigten Energie pro kg Nennlast und zurückgelegter Wegstrecke in Metern**,  $E_{\text{eff}}$  in mWh/(kg·m), ermittelt wird. Mit diesem spezifischen Energiebedarfswert kann die Energieeffizienz von Aufzügen mit unterschiedlichen Bau- und Ausführungsarten verglichen werden.

### 3.1 Stillstandsbedarf

Der Stillstandsbedarf (gemeinhin als Standby-Bedarf bezeichnet) ist der gesamte Energiebedarf des Aufzugs bei abgeschaltetem Antrieb. Dabei sind nur die Teile der elektrischen Ausrüstung und die Komponenten zu berücksichtigen, die zur Betriebsbereitschaft oder zum Betrieb des Aufzugs beitragen. (Zum Beispiel werden Triebwerksraum- und Schachtbeleuchtung nicht berücksichtigt.)

**Anmerkung:** Der Stillstandsbedarf und der Fahrtbedarf werden separat angegeben, siehe auch Abschnitt 4.5.

### 3.2 Fahrtbedarf

Der Fahrtbedarf ist der gesamte Energiebedarf des Aufzugs

- während den Fahrten bei festgelegten Fahrtzyklen und
- mit definiertem Beladungszustand.

Der daraus resultierende spezifische Bedarfswert in mWh/(m·kg) ist bezogen auf die gefahrene Wegstrecke in Meter und die Nennlast in Kilogramm.

**Anmerkung:** Der Stillstandsbedarf und der Fahrtbedarf werden separat angegeben, siehe auch Abschnitt 4.5.

### 3.3 Energieeffizienzklassen

Je nach ihrem spezifischen Energiebedarf werden Aufzüge Energieeffizienzklassen zugeordnet.

Es werden sieben Energieeffizienzklassen, bezeichnet mit den Buchstaben A bis G, definiert, wobei die Energieeffizienzklasse A der besten Energieeffizienz entspricht.

### 3.4 Nutzungskategorie

Der Gesamtenergiebedarf eines Aufzugs hängt neben seiner Bauart wesentlich von seiner Nutzung

ab. Abhängig von der Art des Gebäudes, der Verwendung des Aufzugs und der Anzahl der Benutzer werden in dieser Richtlinie vier Nutzungskategorien festgelegt, die sich insbesondere durch die durchschnittliche Fahrzeit pro Tag unterscheiden. Abhängig von den zeitlichen Anteilen des Stillstandsbedarfs und Fahrtbedarfs ergeben sich für die vier Nutzungskategorien unterschiedliche spezifische Energiebedarfswerte und damit teilweise auch unterschiedliche Energieeffizienzklassen.

Tabelle 1 listet für die vier Nutzungskategorien die durchschnittlichen Nutzungsdauern und typischen Beispiele für Aufzüge in diesen Nutzungskategorien auf.

#### 4 Ermittlung der Angaben und Kennwerte

##### 4.1 Stillstandsbedarf

Die Ermittlung des Stillstandsbedarfs kann durch Messung oder durch Aufsummierung der einzelnen Bedarfswerte erfolgen, soweit diese ausreichend bekannt sind. Der Stillstandsbedarf wird zehn Minuten nach Beendigung der letzten Fahrt ermittelt.

##### 4.2 Fahrtbedarf

Der Fahrtbedarf wird für eine Referenzfahrt ermittelt. Eine Referenzfahrt besteht aus dem Fahren

über die volle Förderhöhe mit leerem Fahrkorb in Auf- und Abwärtsfahrt inklusive der Türbewegung.

Die Ermittlung des Fahrtbedarfs kann durch Messung oder durch Aufsummierung von einzelnen, bekannten Bedarfswerten erfolgen.

Der bei der Referenzfahrt gemessene Energieverbrauch oder der ermittelte Energiebedarf in Wattstunden (Wh) wird in Relation gesetzt zu der bei der Referenzfahrt gefahrenen Wegstrecke (doppelte Förderhöhe) und der Nennlast des Fahrkorbs. Zur Absicherung der Messgenauigkeit kann die Referenzfahrt mehrmals nacheinander durchgeführt werden.

Da der Energieverbrauch von Antrieben bei Seil- und Hydraulikaufzügen beispielsweise aufgrund der Viskosität von Ölen von deren Temperatur abhängig sein kann, sollten die Messungen bei durchschnittlichen Betriebstemperaturen durchgeführt werden.

Die Referenzfahrt mit leerem Fahrkorb gilt für übliche Aufzüge mit Treibscheibenantrieb und Gegengewichtsausgleich von 40 % bis 50 % oder mit Hydraulik- oder Trommelantrieb mit kleinem bzw. ohne Ausgleichsgewicht.

Tabelle 1. Nutzungskategorien für Aufzüge nach VDI 4707

Nutzungskategorie	1	2	3	4
Nutzungsintensität/-häufigkeit	gering selten	mittel gelegentlich	stark häufig	sehr stark sehr häufig
Durchschnittliche Fahrzeit in Stunden pro Tag <sup>*)</sup>	0,5 (≤ 1)	1,5 (> 1–2)	3 (> 2–4,5)	6 (> 4,5)
Durchschnittliche Stillstandszeit in Stunden pro Tag	23,5	22,5	21	18
Typische Gebäude- und Verwendungenarten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnhaus mit bis zu 20 Wohnungen</li> <li>kleines Büro- und Verwaltungsgebäude mit 2 bis 5 Geschossen</li> <li>kleine Hotels</li> <li>Lastenaufzug mit wenig Betrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnhaus mit bis zu 50 Wohnungen</li> <li>mittleres Büro- und Verwaltungsgebäude mit bis zu 10 Geschossen</li> <li>mittlere Hotels</li> <li>Lastenaufzug mit mittlerem Betrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wohnhaus mit mehr als 50 Wohnungen</li> <li>hohes Büro- und Verwaltungsgebäude mit über 10 Geschossen</li> <li>großes Hotel</li> <li>kleines bis mittleres Krankenhaus</li> <li>Lastenaufzug in Produktionsprozess bei einer Schicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Büro- und Verwaltungsgebäude über 100 m Höhe</li> <li>großes Krankenhaus</li> <li>Lastenaufzug in Produktionsprozess bei mehreren Schichten</li> </ul>

<sup>\*)</sup> Kann ermittelt werden aus durchschnittlicher Fahrtzahl und durchschnittlicher Fahrdauer.

Für Aufzüge mit anderem Gewichtsausgleich muss der Energiebedarf für das Fahren mit einem Lastkollektiv ermittelt werden. Dieses umfasst:

- 40 % Fahrten mit leerem Fahrkorb
- 30 % Fahrten mit 1/3 Beladung
- 30 % Fahrten mit 2/3 Beladung

Bei speziellen Verwendungsarten kann ein individuelles Lastkollektiv festgelegt werden. Dieses ist zu dokumentieren.

### 4.3 Messung der Energieverbrauchswerte

Die Messungen erfolgen nach dem Hauptschalter für den Kraftstromkreis und nach dem Schalter für die Beleuchtungsstromkreise der Aufzugsanlage (siehe Bild 1).

Schacht- und Triebwerksraumbeleuchtung werden bei der Energieverbrauchsermittlung nicht berücksichtigt

Zusätzlich können Stromkreise für eine Aufzugsgruppensteuerung vorhanden sein. Bei diesen Stromkreisen wird ebenfalls eine Messung im Stillstand durchgeführt und der Verbrauchswert anteilig dem Stillstandsverbrauch der Einzelaufzüge zugeschlagen.

Außer den genannten Stromkreisen und angeschlossenen Verbrauchern können weitere Geräte (z. B. zur Beheizung oder Kühlung), die für den Betrieb des Aufzugs erforderlich sind, in getrennten Stromkreisen angeschlossen sein. Für diese Verbraucher sind ebenfalls die Energieverbrauchswerte zu ermitteln und separat auszuweisen.

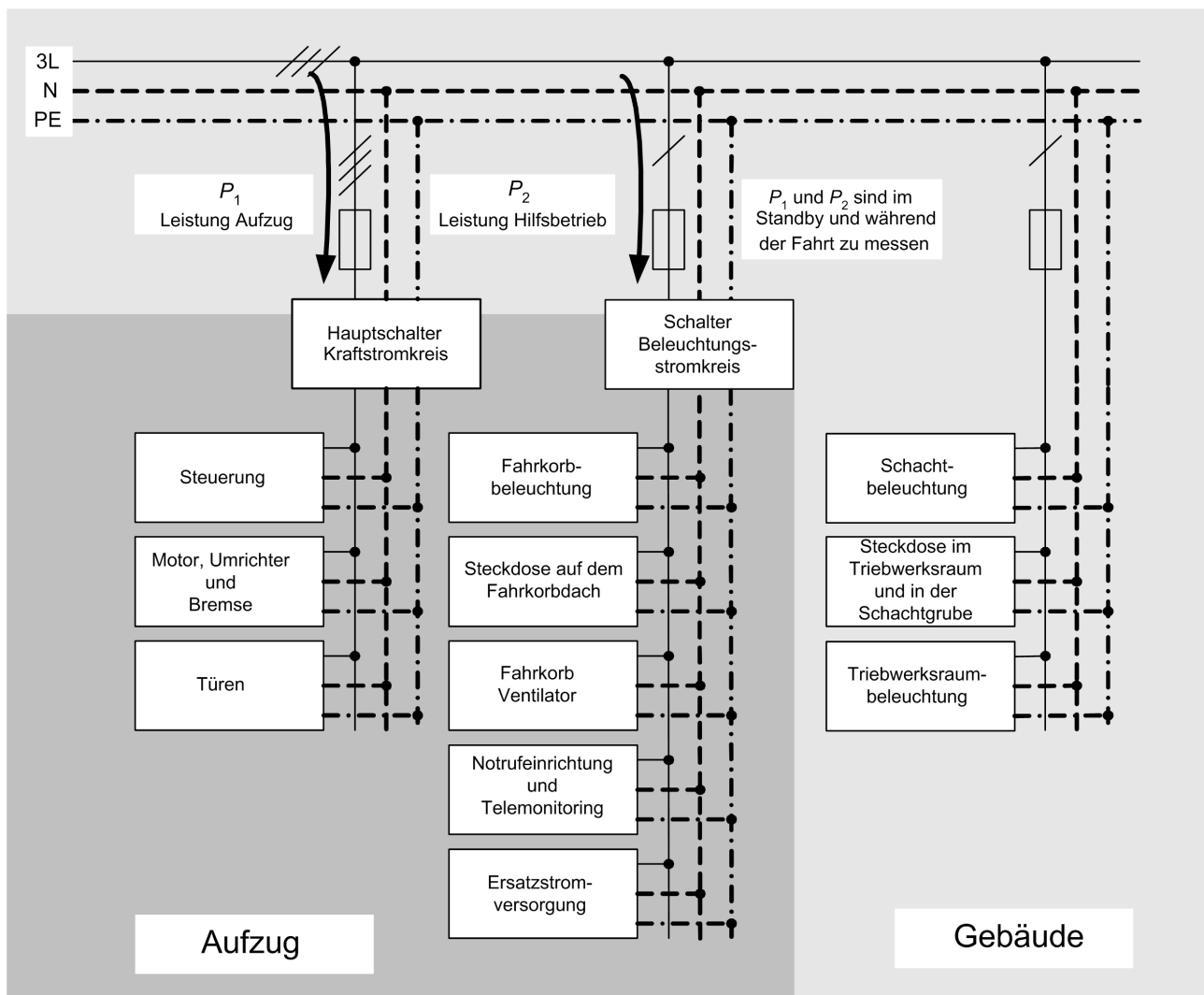


Bild 1. Ermittlung des Energieverbrauchs von Aufzügen, Prinzipschaltbild

#### 4.4 Anforderungen an das Messen und die Messgerät zur Messung des Kraftstromkreises

Kleine Stillstandsleistungen und hohe Beschleunigungsleistungen mit keineswegs idealen sinusförmigen Strömen stellen hohe Anforderungen an die Messtechnik.

##### 4.4.1 Anforderungen an die Messgeräte zur Messung des Kraftstromkreises

- Bildung der 3-Phasen-Wirkleistung mit minimal drei Werten pro Sekunde
- Berücksichtigen von Oberwellen, wie sie von Frequenzumrichtern erzeugt werden
- genügender Messbereich für Beschleunigung und Stillstand
- Die Leistung wird vom Messgerät aus den Effektivwerten der Spannung und des Stroms bestimmt.
- Die Effektivwerte müssen lückenlos zwischen zwei Abtastungen gebildet werden.
- Aufzeichnung der Leistungswerte während der Referenzfahrt (Diagramm: Leistung als Funktion der Zeit).

##### 4.4.2 Anforderungen an die Messgeräte zur Messung des Beleuchtungsstromkreises

- Bildung der 1-Phasen-Wirkleistung mit minimal drei Werten pro Sekunde
- Berücksichtigen von Oberwellen
- Die Leistung wird vom Messgerät aus den Effektivwerten der Spannung und des Stroms bestimmt.
- Die Effektivwerte müssen lückenlos zwischen zwei Abtastungen gebildet werden.
- Leistungswerte können statisch abgelesen werden.

Die Messung soll durch kompetentes Fachpersonal durchgeführt werden, welches mit den Messgeräten vertraut ist. Ebenfalls muss entsprechendes Aufzugspersonal vor Ort sein, damit die Sicherheit gewährleistet wird.

Hinweise zur Durchführung der Messungen werden in ISO 25745-1 gegeben.

#### 4.5 Energieverbrauchsklassen und Energieeffizienzklassen

Nach den nach Abschnitt 5.1 und Abschnitt 5.2 ermittelten Bedarfswerten für den Stillstand und das Fahren wird der Aufzug gemäß Tabelle 2 und Tabelle 3 Energiebedarfsklassen zugeordnet.

Die Energieeffizienzklassen für einen Aufzug werden aus den Energiebedarfswerten für den Stillstand und das Fahren ermittelt, indem die Leistung im Stillstand und der Energiebedarf für das Fahren mit den durchschnittlichen Stillstandszeiten und Fahrzeiten nach Tabelle 1 auf einen Tagesverbrauch hochgerechnet und anschließend durch die zurückgelegten Meter Fahrstrecke und die Nennlast geteilt werden. Daraus ergibt sich der spezifische Gesamtenergiebedarfswert des Aufzugs, dem nach Tabelle 4 Energieeffizienzklassen zugeordnet werden.

##### 4.6 Aufzugs-Energiezertifikat nach VDI 4707

Die ermittelten Kennwerte können vom Hersteller im Rahmen des Angebots für einen Aufzug an den Bauherrn oder Betreiber angegeben werden. Die Kennwerte können mit nachfolgendem Energiezertifikat ausgewiesen werden. Dieses Energiezertifikat kann die Grundlage für die energetische Bewertung von Aufzügen im Rahmen der EnEV (Gebäude-Energieausweis) bilden.

##### 4.7 Rechenbeispiel

Ein Aufzugshersteller soll für einen Kunden einen Aufzug anbieten, dessen Grundparameter für die vorgesehene Verwendung und das zu erwartende Verkehrsaufkommen zunächst wie folgt ausgewählt wurden (siehe auch Tabelle D1):

Gebäudeart:	Wohnhaus/Arztpraxis
Nennlast:	320 kg
Geschwindigkeit:	0,63 m/s
Haltestellen:	5
Förderhöhe:	11,2 m
Fahrten pro Tag:	ca. 100

Aus der geschätzten Fahrtenzahl pro Tag und einer durchschnittlichen Fahrstrecke von unter 6 m ergibt sich eine tägliche Fahrzeit von ca. 0,5 h. **Damit fällt der Aufzug in die Nutzungskategorie 1** (geringe Nutzung).

Tabelle 2. Energiebedarfsklassen für den Stillstand

<b>Leistung in W</b>	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
<b>Klasse</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

Tabelle 3. Energiebedarfsklassen für das Fahren

<b>Spez. Energieverbrauch in mWh/m kg</b>	≤ 0,8	≤ 1,2	≤ 1,8	≤ 2,7	≤ 4,0	≤ 6,0	> 6,0
<b>Klasse</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>

Tabelle 4. Energieeffizienzklassen

<b>Energieeffizienzklasse</b>	<b>Spezifischer Energiebedarf in mWh/(kg·m)</b>			
	<b>Nutzungskategorie</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>A</b>	≤ 1,45	≤ 1,01	≤ 0,90	≤ 0,84
<b>B</b>	≤ 2,51	≤ 1,62	≤ 1,39	≤ 1,28
<b>C</b>	≤ 4,41	≤ 2,63	≤ 2,19	≤ 1,97
<b>D</b>	≤ 7,92	≤ 4,37	≤ 3,48	≤ 3,04
<b>E</b>	≤ 14,41	≤ 7,33	≤ 5,56	≤ 4,67
<b>F</b>	≤ 26,88	≤ 12,67	≤ 9,11	≤ 7,33
<b>G</b>	> 26,88	> 12,67	> 9,11	> 7,33

**Anmerkung:** Die Tabellenwerte sind abgeleitet für einen Aufzug mit Nennlast 1000 kg und Nenngeschwindigkeit 1 m/s aus der Kombination der Verbrauchswerte in Tabelle 2 und Tabelle 3 mit jeweils der gleiche Klasse (z. B. Fahren Klasse A + Stillstand Klasse A = Gesamteffizienz Klasse A, Fahren Klasse D + Stillstand Klasse D = Gesamteffizienz Klasse D).

Aufzugshersteller:

Standort:

Aufzugsmodell:

Aufzugsart:                      Hydraulik-Aufzug

Nennlast:                              320 kg

Nenngeschwindigkeit:              0,63 m/s

**Stillstandsbedarf:**

≤ 200 W  
(Klasse C)

**Fahrtbedarf:**

> 6 mWh/(m·kg)  
(Klasse G)

Hinweis: Zusätzliche Verbraucher (weitere Geräte, die für den Betrieb des Aufzugs erforderlich sind), sofern vorhanden: siehe Anlage(n)

**Nutzungskategorie 1 nach VDI 4707**

Vergleiche von Energieeffizienzklassen sind nur bei gleicher Nutzungskategorie möglich.

**Energieeffizienzklasse**



Bild 2. Beispiel für ein fiktives Aufzugs-Energiezertifikat nach VDI 4707 für Angebot und Abnahme (siehe auch Abschnitt 5.6)

Der Aufzugshersteller ermittelt für die vom Kunden gewünschte Ausstattung (Beleuchtung, Anzeigen etc.) und die für den Aufzug vorgesehenen elektrischen Komponenten einen Stillstandsverbrauch von 110 W. Dies entspricht der **Energiebedarfsklasse C für den Stillstandsverbrauch**.

Der spezifische Verbrauch für eine Fahrt auf und ab beträgt 8,93 mWh/(kg·m). Damit fällt der Aufzug in die **Energiebedarfsklasse G für den Fahrtbedarf**.

In der Nutzungskategorie 1 ist eine durchschnittliche Fahrtzeit von 0,5 Stunden pro Tag angenommen. Bei Vernachlässigung der Beschleunigungs- und Verzögerungsanteile würde der Aufzug bei 0,63 m/s eine Strecke von 1134 m pro Tag zurücklegen. Dies ergibt einen Energiebedarf von

$$E_{\text{Fahren}} = 8,93 \text{ mWh}/(\text{m}\cdot\text{kg}) \times 1134 \text{ m} \times 320 \text{ kg} \\ = 3,24 \text{ kWh}$$

Bei 23 Stunden Stillstand pro Tag ergibt sich ein Stillstandsbedarf von

$$E_{\text{Stillstand}} = 110 \text{ W} \times 23 \text{ h} = 2,59 \text{ kWh}$$

Der gesamte Energiebedarf pro Tag beträgt damit

$$E_{\text{ges}} = 3,24 \text{ kWh} + 2,59 \text{ kWh} = 5,82 \text{ kWh}$$

Wird dieser Wert wieder durch die gefahrene Wegstrecke pro Tag und die Nennlast geteilt, ergibt sich der spezifische Energiebedarfswert des Aufzugs zu

$$E_{\text{spez}} = 5,82 \text{ kWh}/(1134 \text{ m} \times 320 \text{ kg}) \\ = 16,05 \text{ mWh}/(\text{m}\cdot\text{kg})$$

**Damit liegt der Aufzug insgesamt in der Energieeffizienzklasse F.**

Für den gleichen Aufzug würden sich bei anderer Nutzung andere Klassen ergeben. Beispiele siehe Anhang D.

## 5 Überprüfung der Kennwerte am Aufzug sowie Bestimmung von Verbrauchswerten für bestehende Aufzüge

Zur Kontrolle der vom Aufzugshersteller angegebenen Energieverbrauchswerte und/oder zur Überprüfung, ob sich durch Veränderungen an der Aufzugstechnik infolge von Alterung, Wartung oder Umbauten die Energiebedarfswerte geändert haben, kann der Betreiber die Kennwerte an einem bestehenden Aufzug überprüfen. Dabei sind die gleiche Vorgehensweise und das gleiche Messverfahren anzuwenden, wie in Abschnitt 4 beschrieben.

Bei einem Vergleich mit den ursprünglichen Angaben des Herstellers ist zu berücksichtigen, dass infolge von Streuungen und geringfügigen Einstel-

lungsänderungen Abweichungen in einer Größenordnung von bis zu ±20 % vorkommen können.

Die nachträgliche Ermittlung der Energiebedarfswerte für einen bestehenden Aufzug kann in gleicher Weise erfolgen.

## 6 Berechnung des Jahresenergiebedarfs

Aus den Energiebedarfskennwerten kann der in einem Gebäude zu erwartende Bedarf an elektrischer Energie für den Betrieb eines Aufzugs überschlägig hochgerechnet werden, indem der spezifische Wert des eingebauten Aufzugs mit der zu erwartenden Fahrtenzahl, der durchschnittlichen Strecke pro Fahrt und einem durchschnittlichen Beladungsfaktor (Beladung und Balancierung) und der Nennlast multipliziert wird. Bei Aufzügen, deren tägliche Nutzungszeiten deutlich von den angenommenen Fahrtzeiten nach Tabelle 1 abweichen, kann der Jahresenergiebedarf auch aus den Energiebedarfskennwerten für das Fahren und den Stillstand mit den geschätzten Zeiten für das Fahren und den Stillstand hochgerechnet werden. Die Zeit für das Fahren ergibt sich aus der erwarteten Fahrtenzahl und der durchschnittlichen Fahrtstrecke pro Fahrt.

Die Berechnung des voraussichtlichen Jahresenergiebedarfs erfolgt durch Hochrechnung aus dem nachfolgend ermittelten Gesamtenergiebedarf pro Tag:

- Nennlast  $Q$  in kg
- Stillstandsbedarf  $P_{\text{still}}$  in W
- spezifischer Fahrtbedarf  $E_{\text{spez}}$  in mWh/(m·kg)
- Nutzungszeit  $t_{\text{nutz}}$  in Stunden pro Tag
- zurückgelegte Fahrstrecke  $s_{\text{nenn}}$  während der Nutzungszeit pro Tag in m
- $s_{\text{nenn}} = v_{\text{n}} \cdot t_{\text{nutz}}$  oder  $s_{\text{nenn}} = n_{\text{Fahrt}} \cdot h_{\text{F}}$   
Dabei ist  
 $v_{\text{n}}$  Nenngeschwindigkeit in m/s  
 $n_{\text{Fahrt}}$  Fahrtenzahl pro Tag<sup>4)</sup>  
 $h_{\text{F}}$  durchschnittliche Fahrtstrecke
- Beladungsfaktor  $k$  ( $k = 0,8$  für Seilaufzüge,  $k = 1,2$  für Hydraulikaufzüge)

Hieraus ergibt sich der Energiebedarf pro Tag:

$$E_{\text{still}} = P_{\text{still}} \cdot (24 \text{ h} - t_{\text{nutz}}) \\ E_{\text{Fahren}} = k \cdot E_{\text{spez}} \cdot s_{\text{nenn}} \cdot Q \\ E_{\text{Tag}} = E_{\text{still}} + E_{\text{Fahren}}$$

<sup>4)</sup> Bei Aufzügen mit zwei Haltestellen ist  $h_{\text{F}}$  die Förderhöhe, bei mehr als zwei Haltestellen wird für  $h_{\text{F}}$  die halbe Förderhöhe angesetzt.

Der Energiebedarf pro Jahr beträgt:

$$E_{\text{Jahr}} = E_{\text{Tag}} \cdot N$$

Dabei ist  $N$  Anzahl der Betriebstage pro Jahr.

## 7 Auswahl der Aufzugsparameter in der Planungsphase

Die Planung hat nach den anerkannten Regeln der Technik zu erfolgen. Die Planung muss durch eine fachkundige Person erfolgen. Die nötige Kompetenz kann z. B. durch erfolgreiches Absolvieren einer Schulung nach der Richtlinie VDI 2168 nachgewiesen werden. Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Unterlagen sind vom Planenden auf Vollständigkeit und Richtigkeit zu prüfen.

Folgende Festlegungen sind zwischen Auftraggeber und Planer abzustimmen.

Angaben, die zur Berechnung der Förderleistung notwendig sind, sind z. B.:

- Art des Gebäudes
- Nutzung(Kategorie)
- Belegung einzelner Etagen
- Anzahl der Haltestellen
- Förderhöhe
- Wahl des Antriebskonzepts

Bei der Ermittlung der notwendigen Auswahl, der Anzahl und der Größe der Aufzüge ist vom Planer für die unterschiedlichen Lösungen auch die Auswirkung auf die Energieeffizienz zu ermitteln. Er legt gemeinsam mit dem Auftraggeber die Nutzungskategorie nach Tabelle 1 fest.

Nach der technischen Auslegung sind planerisch weitere Parameter zu beachten:

- Betriebszeiten
- konstante Verbraucher
- zuschaltbare Verbraucher
- Zusatzeinrichtungen

Systeme, die zu einer Reduzierung des Stillstandsbedarfs führen, sind planerisch in Betracht zu ziehen (Optimierungsmöglichkeiten siehe auch Anhang A).

Der Planer soll in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber alternative Lösungskonzepte entwickeln und bewerten. Das Planungsergebnis sowie die vom Auftraggeber getroffene Auswahl sind zu dokumentieren.

## Anhang A Einfluss von Montage, Wartung und Instandhaltung

Neben der Auswahl der Komponenten haben Montage, Wartung und Instandhaltung einen bedeutenden Einfluss auf den tatsächlichen Energieverbrauch des Aufzugs im Betrieb.

Zu beachten sind insbesondere

- Ausrichtung der Führungsschienen
- Fahrkorb und Gegengewicht ausbalanciert in den Führungen
- Schmierung
- Nachstellung
- Abschalten von Triebwerksraum- und Schachtlicht nach vollendeter Arbeit

## Anhang B Einflussfaktoren bei Aufzugskomponenten, Empfehlungen für Hersteller

Tabelle B1 listet Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs auf.

Tabelle B1. Komponenten von Aufzügen

Komponente	Fahrt	Standby	Optimierungsmöglichkeiten
Triebwerk <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor mit Belüftung</li> <li>• Getriebe bzw. Pumpe</li> <li>• Bremsen bzw. Ventile</li> <li>• Ölkühler</li> <li>• Ölheizung</li> <li>• Druckschalter</li> </ul>	X		hoher Wirkungsgrad bzw. geringe Leistungsaufnahme
Mechanische Komponenten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufzugssystem (mittige/außer-mittige Aufhängung)</li> <li>• Fahrkorbführung (Gleit-/Rollenführung)</li> <li>• Seiltrieb (Anzahl der Seile, Anzahl und Durchmesser der Seilrollen, Schrägzug)</li> <li>• Druckleitung (Rohr/Schlauch)</li> <li>• Heber</li> </ul>	X		Leichtgängigkeit der Anlage, Fahrkorb- und Gegengewichtsführungen reibungsarm ausführen; möglichst wenige Umlenrollen mit geringer Massenträgheit verwenden
Antriebsregelung/Umformer inklusive Netzfilter/Netzdrossel/Tacho/Encoder/Bremswiderstand	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringer Verbrauch im Standby- oder Sleep-Modus</li> <li>• Netzdrossel mit geringem Spannungsabfall</li> <li>• Ersatz von Ward-Leonard-Umformern durch eine elektronische Regelung</li> </ul>
Energierückspeisung (Rekuperation)	X	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringer Standby-Bedarf</li> <li>• Rückspeisung nur sinnvoll bei größeren Leistungen und hohem Anlagen- und Antriebswirkungsgrad</li> </ul>
Steuerung			Grundsätzlich zu beachten: geringer Verbrauch im Standby- oder Sleep-Modus
Schachtkopierung	(X)	X	Absolutwertgeber, abschaltbar
Schachtendschalter	(X)	X	
Schalter an allen Sicherheitsbauteilen	(X)	X	
Notrufsystem	(X)	X	
Sprechanlage	(X)	X	
Lastmesssystem	(X)	X	
Fahrkorbtürantrieb	(X)	X	nur bei Türbewegung aktiv
Türsteuerung	(X)	X	Sleep-Modus
Lichtgitter	(X)	X	nur bei geöffneter Tür aktiv
Fahrkorbbeleuchtung	(X)	X	Abschalten wenn Aufzug nicht benutzt wird, energiesparende Beleuchtung vorsehen <b>Anmerkung:</b> In vielen Fällen der leistungsstärkste Verbraucher im Standby. Hohes Einsparpotenzial!
Fahrbefehlsgeber im Fahrkorb	(X)	X	energiesparende Beleuchtung
Informationsanzeigen im Fahrkorb	(X)	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzeigen mit hohem Energieverbrauch vermeiden</li> <li>• abschalten, wenn Aufzug nicht benutzt wird</li> </ul>
Lüfter für Fahrkorb	(X)	X	abschalten, wenn Aufzug nicht benutzt wird
Schwellenheizung	(X)	X	temperaturgesteuert
Fahrbefehlsgeber in den Stockwerken	(X)	X	energiesparende Beleuchtung
Informationsanzeigen in den Stockwerken	(X)	X	abschalten, wenn Aufzug nicht benutzt wird
Beleuchtung der Schachtzugänge			energiesparende Beleuchtung vorsehen

Komponente	Fahrt	Standby	Optimierungsmöglichkeiten
Schachtentlüftung			<ul style="list-style-type: none"> <li>temperaturgesteuert</li> <li>dafür sorgen, dass nicht unnötig Wärme/Kälte aus dem Gebäude entweicht</li> </ul>
Lüfter für Triebwerksraum	(X)	X	temperaturgesteuert
Klimagerät zur Kühlung des Triebwerksraums	(X)	X	temperaturgesteuert
Schachtbeleuchtung (sofern dauerhaft in Betrieb)	(X)	X	energiesparende Beleuchtung vorsehen
Triebwerksraumbeleuchtung (sofern dauerhaft in Betrieb)	(X)	X	energiesparende Beleuchtung vorsehen

(X) – geringer Einfluss

## Anhang C Beispiele

### Beispiel 1: Aufzug in einem Wohngebäude

Aufzug A soll in einem Wohngebäude mit folgenden Kennwerten eingesetzt werden:

- 5 Geschosse
- 20 Wohnungen
- Förderhöhe 12 m
- ca. 200 Fahrten pro Tag

Aus der geschätzten Fahrtenzahl pro Tag und einer durchschnittlichen Fahrtstrecke von 6 m ergibt sich eine tägliche Fahrtzeit von 0,33 h. Damit fällt der Aufzug in die Nutzungskategorie 1 (geringe Nutzung).

Der Aufzugshersteller bietet für diesen Verwendungszweck einen Standardhydraulikaufzug mit einer Nenngeschwindigkeit von 0,63 m/s und einer Nennlast von 630 kg an.

Der Aufzugshersteller ermittelt für die vom Kunden gewünschte Ausstattung (Beleuchtung, Anzeigen etc.) und die für den Aufzug vorgesehenen elektrischen Komponenten einen Stillstandsbedarf von 31 W. Dies entspricht der Energieeffizienzklasse A für den Stillstandsbedarf.

Aus Messungen an anderen vergleichbaren Anlagen ist bekannt, dass das Aufzugssystem mit indirektem Hydraulikantrieb und Rucksackaufhängung einen spezifischen Fahrbedarf von

6,83 mWh/(m·kg) hat und damit in die Energieeffizienzklasse G für den Fahrtbedarf fällt.

In der Nutzungskategorie 1 ist eine durchschnittliche Fahrtzeit von 0,5 h pro Tag angenommen. Bei Vernachlässigung der Beschleunigungs- und Verzögerungsanteile würde der Aufzug bei der Nenngeschwindigkeit von 0,63 m/s eine Fahrstrecke von 1134 m pro Tag zurücklegen. Dies ergibt einen Energiebedarf von

$$E_{FT} = 6,83 \text{ mWh}/(\text{m}\cdot\text{kg}) \times 1134 \text{ m} \times 630 \text{ kg} \\ = 4,88 \text{ kWh/d}$$

Bei 23,5 Stunden Stillstand pro Tag ergibt sich ein Stillstandsbedarf von

$$E_{ST} = 31 \text{ W} \times 23,5 \text{ h} = 0,73 \text{ kWh/d}$$

Der gesamte Energiebedarf pro Tag beträgt damit

$$E_{Tges} = 4,88 \text{ kWh} + 0,73 \text{ kWh} = 5,61 \text{ kWh/d}$$

Wird dieser Wert wieder durch die gefahrene Wegstrecke pro Tag und die Nennlast geteilt, ergibt sich der spezifische Energiebedarfswert des Aufzugs zu

$$E_{Aspez} = 5,61 \text{ kWh}/(1134 \text{ m} \times 630 \text{ kg}) \\ = 7,85 \text{ mWh}/(\text{m}\cdot\text{kg})$$

Damit liegt der Aufzug insgesamt in der Energieeffizienzklasse D.

Für denselben Aufzug würden sich bei anderer Nutzung die Bedarfswerte und Klassen nach Tabelle C1 ergeben.

Tabelle C1. Unterschiedliche Energieeffizienzklassen desselben Aufzugs für verschiedene Nutzungskategorien

	Nutzungskategorie			
	1	2	3	4
<b>Fahrtzeit</b> pro Tag in h	0,5	1,5	3	6
<b>Energiebedarf für das Fahren</b> pro Tag in kWh	4,88	14,64	29,28	58,55
<b>Stillstandszeit</b> pro Tag in h	23,5	22,5	21	18
<b>Energiebedarf im Stillstand</b> in kWh	0,73	0,70	0,65	0,56
<b>Gesamter Energiebedarf</b> pro Tag in kWh	5,61	15,34	29,93	59,11
<b>Spezifischer Energiebedarf</b> in mWh/(m·kg)	7,85	7,16	6,98	6,90
<b>Energieeffizienzklasse</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>F</b>

**Beispiel 2: Aufzug in einem Bürogebäude**

Aufzug B soll in einem Bürogebäude mit folgenden Kennwerten eingesetzt werden:

- 15 Geschosse
- 500 Beschäftigte sowie viele Besucher
- Förderhöhe 49 m

Im Rahmen der Planung wurden Aufzüge in einer 3er Gruppe mit Nennlast 1000 kg und Nenngeschwindigkeit 2,5 m/s festgelegt. Aus der Verkehrsleistungsberechnung ergeben sich pro Aufzug 1200 Fahrten am Tag mit einer durchschnittlichen Fahrtstrecke von 20 m. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Fahrtzeit von 2,67 h pro Tag womit der Aufzug in die Nutzungskategorie 3 (starke Nutzung) fällt.

Der Aufzugshersteller ermittelt für die vom Kunden gewünschte Ausstattung (Beleuchtung, Anzeigen, etc.) und die für den Aufzug vorgesehenen elektrischen Komponenten einen Stillstandsbedarf von 750 W. Dies entspricht der Energieeffizienzklasse E für den Stillstandsbedarf.

Aus Messungen an anderen vergleichbaren Anlagen ist bekannt, dass das Aufzugssystem mit getriebelosem Antrieb und Rückspeisung einen spezifischen Fahrbedarf von 0,95 mWh/(m·kg) hat und damit in die Energieeffizienzklasse B für den Fahrbedarf fällt.

In der Nutzungskategorie 3 ist eine durchschnittliche Fahrtzeit von 3 h pro Tag angenommen. Bei Vernachlässigung der Beschleunigungs- und Ver-

zögerungsanteile würde der Aufzug bei der Nenngeschwindigkeit von 2,5 m/s eine Fahrstrecke von 27.000 m pro Tag zurücklegen. Dies ergibt einen Energieverbrauch von

$$E_{FT} = 0,95 \text{ mWh/d(m·kg)} \times 27.000 \text{ m} \times 1000 \text{ kg} = 25,65 \text{ kWh/d}$$

Bei 21 h Stillstand pro Tag ergibt sich ein Stillstandsbedarf von

$$E_{ST} = 750 \text{ W} \times 21 \text{ h} = 15,75 \text{ kWh/d}$$

Der gesamte Energiebedarf pro Tag beträgt damit

$$E_{Tges} = 25,65 \text{ kWh} + 15,75 \text{ kWh} = 41,4 \text{ kWh/d}$$

Wird dieser Wert wieder durch die gefahrene Wegstrecke pro Tag und die Nennlast geteilt, ergibt sich der spezifische Energiebedarfwert des Aufzugs zu

$$E_{Aspez} = 41,4 \text{ kWh}/(27000 \text{ m} \times 1000 \text{ kg}) = 1,53 \text{ mWh}/(\text{m kg})$$

Damit liegt der Aufzug insgesamt in der Energieeffizienzklasse C.

Für denselben Aufzug würden sich bei anderer Nutzung die Bedarfswerte und Klassen nach Tabelle C2 ergeben.

Würde die Stillstandsleistung dieses Aufzuges von 750 W auf 400 W reduziert, ergäbe sich für die Nutzungskategorie 3 ein spezifischer Energieverbrauchswert von 1,26 womit der Aufzug dann in die Energieeffizienzklasse B fallen würde.

Tabelle C2. Unterschiedliche Energieeffizienzklassen desselben Aufzugs für verschiedene Nutzungskategorien

	Nutzungskategorie			
	1	2	3	4
<b>Fahrtzeit pro Tag</b> in h	0,5	1,5	3	6
<b>Energiebedarf für das Fahren</b> pro Tag in kWh	4,28	12,83	25,65	51,3
<b>Stillstandszeit</b> pro Tag in h	23,5	22,5	21	18
<b>Energiebedarf im Stillstand</b> in kWh	17,63	16,88	15,75	13,5
<b>Gesamter Energiebedarf</b> pro Tag in kWh	19,56	29,71	41,4	64,8
<b>Spezifischer Energiebedarf</b> in mWh/(m•kg)	5,29	2,2	1,53	1,2
<b>Energieeffizienzkategorie</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>B</b>

## Anhang D Beispieldaten

In Tabelle D1 werden Daten aufgelistet, die dem Schlussbericht des Forschungsprojekts des Schweizerischen Bundesamts für Energie (DIS-Projekt Nr. 101106) aus dem Jahre 2005 entstammen, siehe auch <http://www.electricity-research.ch>.

33 in der Schweiz gemessene Aufzüge werden nach VDI 4707 bewertet.

Tabelle D1. Aufzüge, bewertet nach VDI 4707

Referenznummer	Nennlast in kg	Geschwindigkeit in m/s	Förderhöhe in m	Anzahl Haltestellen	Gebäudeart	Jahrgang	Aufzugsart/Technik	Fahrtzahl pro Jahr	Motorleistung lt. Typenschild in kW	Motorleistung gemessen in kW	Leistungsaufnahme Standby in W	Bedarfsklasse Stillstand
1	320	0,63	11,2	5	Wohnhaus/ Arztpraxis	2002	Hydraulik indirekt	26198	9	9,5	110	C
2	320	1	14,0	6	Wohnhaus	1977	Schneckengetriebe, Relaissteuerung, 2 Geschwindigkeit	62351	4,9	3,9	0	A
3	500	0,6	13,4	6	Wohnhaus	1994	Hydraulik Indirekt	11181	11	12,6	31	A
4	500	1	12,4	5	Personen- aufzug	2004	Hydraulik indirekt, Druckspeicher, Zugzylinder	Test- anlage	7,5	4,7	39	A
5	500	1,6	10,2	6	Wohnhaus	2004	Getriebelos 2:1	zu neu	5,5	7,5	112	C
6	630	1	17,4	7	Wohnhaus	2002	Getriebelos 2:1	39843	3,7	5,2	38	A
7	630	1	14,6	6	Wohnhaus	2005	Getriebelos 2:1	zu neu	3,7	4,8	40	A
8	630	1	6,9	3	Büro	2005	Getriebelos 2:1	zu neu	3,9	4	128	C
9	630	1	27,5	8	Büro	2000	Getriebelos 2:1	107257	5	4,2	150	C
10	630	1	14,4	6	Parking	2004	Getriebelos 2:1	55070	6,4	3,7	84	B
11	630	1	29,0	12	Wohnhaus	2001	Getriebelos mit Ausgleichsorganen	76947	6,5	5,3	130	C
12	630	1	11,6	5	Wohnhaus	2000	Schneckengetriebe	16361	6,7	6	45	A
13	630	1	14,0	6	Wohnhaus	2002	Schneckengetriebe Umrichter	33171	6,7	3,4	59	B
14	630	1	11,8	4	Büro	1992	Spannungsgesteuert	278926	8	6,3	94	B
15	630	1,6	14,6	4	Büro	2004	Getriebelos 2:1 mit Rückspeisung	zu neu	7,5	15,8	248	D
16	750	1,6	26,1	10	Wohnhaus	2000	Planetengetriebe	164577	9	7,2	100	B
17	800	1	15,6	5	Büro	1992	Spannungsgesteuert	115583	9,6	6,7	131	C
18	800	1	16,5	6	Wohnhaus	2004	Getriebelos 2:1	zu neu	9,7	4,9	60	B
19	900	1,48	13,3	6	Parking	1972	Getriebelos 2:1	352973	17,7	15	228	D
20	900	2	7,8	4	Parking	1999	Schneckengetriebe	329967	18	16	460	E
21	1000	1	23,7	10	Wohnhaus	2001	Planetengetriebe	42440	7	8,5	78	B
22	1200	2,5	37,8	11	Kranken- haus	1994	Getriebelos 1:1 Rückspeisung	670567	18,8	26	270	D
23	1500	2,5	68,1	22	Büro	1972	Wardleopard Rückspeisung	339846	25	27,1	1700	G
24	1500	2,5	73,7	21	Büro	2001	Planetengetriebe	195577	27,4	19,3	308	D
25	1600	1	3,0	2	Shopping	2004	Getriebelos 2:1	211484	10,5	12,7	105	C
26	1600	1,4	12,4	5	Industrie	1994	Hydraulik	Testa.	47	40	---	G
27	1800	1,6	38,4	10	Kranken- haus	2001	Getriebelos 1:1 Rückspeisung	688036	28	20	400	D
28	2000	1,6	34,0	10	Kranken- haus	1993	Schneckengetriebe	312960	26,5	21,6	306	D
29	2000	1,6	51,9	14	Büro	2002	Schneckengetriebe	118706	27	18	550	E
30	2200	2,5	34,0	11	Parking	2001	Getriebelos 1:1 Rückspeisung	512726	34,4	19	980	F
31	2500	0,6	11,2	4	Autolift	1995	Hydraulik Zugzylinder 1:x	37140	28	15,8	342	D
32	3000	2	42,9	12	Büro	2003	Planetengetriebe	157141	49	40	810	F
33	3200	0,5	8,9	3	Industrie	2000	Hydraulik, Druckspeicher, Zugzylinder	48940	24	3,16	88	B

Tabelle D1. Aufzüge, bewertet nach VDI 4707 (Fortsetzung)

Bedarf auf/ab in Wh	Spezifischer Bedarf für eine Auf-und-Ab-Fahrt in mWh/kgm	Fahr-Energieklasse	Spezifischer Energiebedarf bei Fahrt in Ws/kgm	Standby-Energiebedarf pro Tag in kWh/d	Fahrdistanz pro Tag in m/d	Fahrenergie pro Tag in kWh/d	Energiebedarf pro Tag in kWh/d	Davon Standby in %	Berechnete Fahrten pro Jahr	Fahrtenabweichung in %	Spezifischer Energiebedarf pro Tag und Nutzungskategorie in mWh/mkgd	Energieklasse in der Nutzungskategorie	Nutzungskategorie
63,87	8,93	G	47,123	2,59	1134	3,24	5,82	44	74045	183	16,05	F	1
34,16	3,81	E	12,188	0,00	1800	2,20	2,20	0	93857	51	3,81	C	1
91,39	6,83	G	42	0,73	1080	3,69	4,41	17	58880	427	8,17	E	1
27,65	2,24	D	9,4	0,92	1800	2,01	2,93	31	106397		3,26	C	1
16,59	1,63	C	9,375	2,63	2880	2,35	4,98	53	206523		3,46	C	1
29,72	1,36	C	8,254	0,89	1800	1,54	2,43	37	75648	90	2,15	B	1
27,82	1,52	C	7,619	0,94	1800	1,72	2,66	35	90247		2,35	B	1
11,07	1,27	C	6,3492	2,88	5400	4,32	7,20	40	569653		2,12	C	2
34,68	1,00	B	6,6667	3,53	1800	1,13	4,66	76	47782	-55	4,11	C	1
16,95	0,93	B	5,873	1,97	1800	1,06	3,03	65	91250	66	2,67	C	1
50,29	1,38	C	8,4127	3,06	1800	1,56	4,62	66	45310	-41	4,07	C	1
27,24	1,86	D	9,5238	1,06	1800	2,11	3,17	33	112984	591	2,79	C	1
19,68	1,12	B	5,3968	1,39	1800	1,27	2,65	52	93857	183	2,34	B	1
38,81	2,61	D	10	2,21	1800	2,96	5,16	43	111168	-60	4,55	D	1
15,11	0,82	B	15,675	5,58	8640	4,49	10,07	55	433485		1,85	C	2
43,3	1,11	B	6	2,35	2880	2,39	4,74	50	80552	-51	2,19	B	1
52,78	2,12	D	8,375	3,08	1800	3,05	6,13	50	84285	-27	4,25	C	1
28,67	1,09	B	6,125	1,35	5400	4,69	6,04	22	238909		1,40	B	2
79,85	3,34	E	11,261	5,36	2664	8,00	13,36	40	146220	-59	5,57	D	1
26,79	1,91	D	8,8889	10,81	3600	6,18	16,99	64	336923	2	5,24	D	1
58,48	1,23	C	8,5	1,83	1800	2,22	4,05	45	55443	31	2,25	B	1
115,27	1,27	C	8,6667	5,67	27000	41,17	46,84	12	521429	-22	1,45	C	3
221,1	1,08	B	7,2267	35,70	27000	43,83	79,53	45	289427	-15	1,96	C	3
170,63	0,77	A	5,1467	6,93	13500	15,64	22,57	31	133809	-32	1,11	B	2
16,31	1,70	C	7,9375	2,47	1800	4,89	7,36	34	438000	107	2,56	C	1
112,16	2,84	E	17,857	---	15120	68,66	68,66	0	893733		2,84	D	3
55,64	0,40	A	6,9444	7,20	34560	25,01	32,21	22	656316	-5	0,52	A	4
186,38	1,37	C	6,75	6,89	8640	23,68	30,57	23	185506	-41	1,77	C	2
191,96	0,92	B	5,625	12,93	2880	5,32	18,25	71	40477	-66	3,17	C	1
71	0,47	A	3,4545	22,05	13500	14,10	36,15	61	289853	-43	1,22	B	2
111,22	1,99	D	10,533	8,04	1080	5,38	13,41	60	70582	90	4,97	D	1
257,82	1,00	B	6,6667	19,04	3600	10,82	29,85	64	61259	-61	2,76	C	1
34,72	0,61	A	1,975	2,07	900	1,76	3,82	54	73820	51	1,33	A	1

## Schrifttum

### Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparenden Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – **EnEV**) vom 24. Juli 2007, BGBl. Jahrgang 2007 Teil Nr. 34, ausgegeben zu Bonn am 26. Juli 2007

**Richtlinie 2002/91/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, (EPBD = Energy Performance of Buildings Directive), Amtsblatt Nr. L 001 vom 04/01/2003 S. 65-71

**Richtlinie 95/16/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Juni 1995 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Aufzüge, Amtsblatt Nr. L 213 vom 07/09/1995 S. 0001 – 0031

**Richtlinie 2006/42/EG** des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) (Text von Bedeutung für den EWR)

### Technische Regeln

DIN EN 81 Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen; Deutsche Fassung EN 81 (Safety rules for the construction and installation of lifts; German version EN 81). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 25745-1 Energy performance of lifts and escalators; Part 1: Energy and conformance (in Vorbereitung)

SIA 380/4:2006 Elektrische Energie im Hochbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Selnaustrasse 16, Postfach, 8027 Zürich (CH)

VDI 1000:2006-10 Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (Establishing guidelines; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag