

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Aufzüge
Energieeffizienz

Lifts
Energy efficiency

VDI 4707
Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	4
3 Kennwerte	5
3.1 Stillstandsbedarf	5
3.2 Fahrtbedarf	5
3.3 Energiebedarfs- und -effizienzklassen	5
3.4 Nutzungskategorie	6
4 Ermittlung der Angaben und Kennwerte	7
4.1 Stillstandsbedarf	7
4.2 Fahrtbedarf	7
4.3 Messung der Energieverbrauchs- werte	9
4.4 Anforderungen an das Messen und die Messgeräte zur Messung des Kraftstromkreises	10
4.5 Energiebedarfsklassen und Energieeffizienzklassen	11
4.6 Berechnung des Nenn- Jahresenergiebedarfs	13
4.7 Aufzugs-Energiezertifikat nach VDI 4707	14
4.8 Rechenbeispiel	14
5 Überprüfung der Kennwerte am Aufzug sowie Ermittlung von Verbrauchswerten für bestehende Aufzüge	18
6 Auswahl der Aufzugsparameter in der Planungsphase	18
Anhang A Einfluss von Betrieb, Montage, Wartung und Instandhaltung	19
Anhang B Einflussfaktoren bei Aufzugskomponenten, Empfehlungen für Hersteller	20
Anhang C Beispieldaten	24
Schrifttum	28

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Terms and definitions	4
3 Characteristic values	5
3.1 Standby demand	5
3.2 Travel demand	5
3.3 Energy demand and efficiency classes	5
3.4 Usage category	6
4 Determination of specifications and characteristic values	7
4.1 Standby demand	7
4.2 Travel demand	7
4.3 Measurement of energy consumption values	9
4.4 Demands on measurement and the measuring instruments for measuring the power circuit	10
4.5 Energy demand and energy efficiency classes	11
4.6 Evaluation of the nominal energy demand per year	13
4.7 Energy certificate for lifts according to VDI 4707	14
4.8 Example calculation	14
5 Testing the characteristic values on the lift and determining the consumption values of existing lifts	18
6 Selection of lift parameters at the design stage	18
Annex A Influence of lift operation, assembly, maintenance and repairs	19
Annex B Influencing factors for lift components, recommendations for manufacturers	22
Annex C Example data	26
Bibliography	28

VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Technische Gebäudeausrüstung, Band 5

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), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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.

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.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying) storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors of this guideline.

Introduction

Guideline VDI 4707 deals with the energy efficiency of lifts.

Its aim is to establish and provide a transparent representation of the assessment and classification of the power requirement and consumption of lifts according to standard criteria. This is based on a calculation of the requirement and consumption.

The guideline is aimed at builders, architects, planning consultants, assembly/maintenance companies and operators.

The guideline applies to all types of buildings. Because of the particular technical features of lifts within building services it has been separated from the complete documentation of the VDI 2067 series of guidelines.

Since the publication of EU directive 2002/91/EC of 2002-12-16, resource efficient operation has been the focus of building technology and its management. Converting this directive into national law was completed with the adoption of the German Energy Saving Directive (EnEV) by a cabinet decision on 2007-05-26. Now the German legislator and his national and local administration are turning their attention to all types of building. They are demanding the documentation of the energy efficiency of heating, cooling, ventilation and air conditioning and lighting technology for both new and existing buildings. This does not explicitly include hoisting and conveying engineering in the building. The lift industry, however, has voluntarily taken the stance on promoting the energy efficiency of lifts in terms of the Kyoto protocol. Future, more extensive regulations are to be expected; which may also include obliging rules for hoisting and conveying engineering.

Die technologische und normative Entwicklung war die Motivation, mit Berücksichtigung bereits bestehender technischer Regeln sowie der Empfehlung und Vernehmlassung zur SIA 380/4¹⁾ und dem im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Energie von der S.A.F.E.²⁾ ausgearbeiteten Bericht auch für die Bundesrepublik Deutschland national geltende Grundlagen zu ermitteln, die für den Betrieb von Aufzügen in transparenter Weise die Energiebedarfe ermitteln, bewerten, beurteilen und ausweisen lassen.

Die Ergebnisse können ressourceneffizientes Wirtschaften unterstützen und ein Qualitätsmerkmal der Aufzugsanlagen und ihres Betriebs 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 und der Service der Aufzüge, die Bereitstellung der Rohstoffe sowie die Entsorgung – das sogenannte Lifecycle-Assessment (LCA, Lebenszyklus-Betrachtung) – mit einzubeziehen sind. Diese weiterführende fachliche Bewertung ist aber nicht Inhalt dieser Richtlinie.

Ergänzend wird festgestellt, dass in dieser VDI-Richtlinie nur die Energieeffizienz von Aufzügen betrachtet wird; für die energetische Effizienz des Systems „Gebäude mit Aufzug/Aufzügen“ sind jedoch weitergehende Aspekte, z. B. Wärmeverluste durch die Schachtentlüftung, zu betrachten. Diese weiterführenden fachlichen Bewertungen sind nicht Inhalt dieser Richtlinie.

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

The technological and normative development was the motivation for establishing nationally applicable principles for the Federal Republic of Germany, which would allow to measure, evaluate, rate and document the energy consumption for the operation of lifts in a transparent manner. This would take into account existing technical regulations as well as the recommendation and consultation on SIA 380/4¹⁾ and the report compiled by S.A.F.E.²⁾ commissioned by the Swiss Federal Office of Energy.

The results may support resource efficient operation and form a quality feature of lifts and their operation as well as lead to sustainable management. At the same time, energy efficient lift design can make a long lasting and effective contribution to a safer environment for the future – a lower environmental impact.

It is recognized that, to achieve the universal objective of the rational use of electrical energy in buildings, not only energy efficiency must be taken into account but also the ecological balance. This applies also to lifts, which is why, additionally to the period of operation, also the manufacture and service of the lifts, the supply of raw materials and their disposal – the so-called lifecycle assessment (LCA) – must be included. This further technical evaluation, however, is not the subject of this guideline.

In addition it is noted that only the energy efficiency of lifts is considered for the purpose of this guideline. The energy efficiency of the system “building with one or more lifts” requires additional aspects to be analysed, e.g. heat loss due to shaft ventilation. These further technical evaluations are not the subject of this guideline.

1 Scope

This guideline applies to the assessment and rating of the energy efficiency of new passenger and goods. It may also be used for the later determination of the energy efficiency of existing lifts, as well as to check energy demand figures given by the manufacturer and to determine the estimated power consumption.

The purpose of this guideline is to allow a universally comprehensible and transparent assessment of the energy efficiency of lifts based on methods

¹⁾ Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein / Swiss Association of Architects and Engineers

²⁾ Schweizerische Agentur für Energieeffizienz / Swiss Agency for Energy Efficiency

transparente Beurteilung der Energieeffizienz von Aufzügen zu ermöglichen. Damit erhalten Bauherren, Architekten, Fachplaner, Montage- und Instandhaltungsunternehmen und Betreiber 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.

Energiebedarf/Energieverbrauch

In der Technischen Gebäudeausrüstung wird unterschieden zwischen Bedarfs- und Verbrauchswerten, wobei die Bedarfswerte berechnete Erwartungswerte sind, die auf bestimmten Vorgaben beruhen, während Verbrauchswerte tatsächliche, gemessene Verbräuche sind.

Energiebedarfsklasse

Je nach ihren Bedarfswerten werden Aufzüge in Energiebedarfsklassen für den Stillstand und das Fahren zugeordnet.

Energieeffizienzklasse

Aus den beiden Bedarfswerten wird die Energieeffizienzklasse des Aufzugs in Abhängigkeit von dessen Nutzung ermittelt.

Fahrtbedarf

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

Mittlere Fahrtenzahl je Tag

Anzahl der Fahrten des Aufzugs im Jahr, geteilt durch 365 Tage

Nutzungskategorie

Einteilung von Aufzügen in Klassen nach Nutzungshäufigkeit bzw. -intensität, durchschnittlicher

for evaluating and testing their energy demand. This provides builders, architects, planning consultants, assembly and maintenance companies and operators with the opportunity to include the energy demand of lifts into their assessment of the energy efficiency of buildings and to select beneficial products.

This guideline establishes the basis for an energy rating of lifts within the framework of the total energy efficiency of buildings. The result may be represented by adding an energy certificate for lifts and handing it to the client as a supplement to the operation manual.

2 Terms and definitions

For the purpose of this guideline, the following terms and definitions apply.

Lift

For the purpose of this guideline the term lift is used for lifts and lift systems.

Energy demand/energy consumption

In building services it is differentiated between demand values and consumption values, where demand values are calculated expectancy values and consumption values are actual measurements of the consumption.

Energy demand class

Depending on their demand values, lifts are assigned into energy demand classes for travel and standby.

Energy efficiency class

The lifts energy efficiency class is calculated from the two demand values in dependency of the usage of the lift.

Travel demand

The travel demand is the total energy demand of the lift during travel at specified cycles and with a specific load, see Section 3.2 for details.

Average trips per day

Number of trips the lift travels per year, divided by 365 days.

Usage category

Division of lifts into classes according to their frequency or intensity of use, the average time of

täglicher Fahrt- und Stillstandszeit und Gebäudeart zwecks Zuordnung zu einer Energieeffizienzklasse nach dieser VDI-Richtlinie.

Spezifischer Fahrtbedarf

Fahrtbedarf, geteilt durch Nennlast in Kilogramm und gefahrene Strecke in Meter bei einem festgelegten Fahrzyklus

Stillstandsbedarf (Standby-Bedarf)

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

3 Kennwerte

Der Energiebedarf von Aufzügen kann charakterisiert werden anhand von

- Stillstandsbedarf und
- Fahrtbedarf.

3.1 Stillstandsbedarf

Der Stillstandsbedarf (gemeinhin als Standby-Bedarf bezeichnet) ist der Leistungsbedarf im Stillstand 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.)

3.2 Fahrtbedarf

Der Fahrtbedarf ist der gesamte Energiebedarf des Aufzugs

- während der Fahrten bei festgelegten Fahrzyklen und
- mit definierten Beladungszuständen.

Der daraus resultierende spezifische Bedarfswert in $\text{mWh}/(\text{kg}\cdot\text{m})$ ist bezogen auf die Nennlast in Kilogramm und auf die gefahrene Wegstrecke in Meter.

Wenn nicht die ausgewiesene Nennlast des Aufzugs, sondern eine hiervon abweichende Last zur Bestimmung des spezifischen Fahrtbedarfs verwendet wird, so ist dies in den Unterlagen zu dokumentieren.

Mit diesem spezifischen Energiebedarfswert kann die Energieeffizienz von unterschiedlichen Aufzügen verglichen werden.

3.3 Energiebedarfs- und -effizienzklassen

Je nach ihren Bedarfswerten werden Aufzüge in Energiebedarfsklassen für den Stillstand und das Fahren zugeordnet. Aus den beiden Bedarfswerten wird die Energieeffizienzklasse des Aufzugs in Abhängigkeit von dessen Nutzung ermittelt.

travel and standby per day and type of the building for the purpose of assignation into energy efficiency class in accordance with this VDI guideline.

Specific travel demand

Travel demand at a specific trip cycle, divided by the nominal load in kilograms and the travelled distance in metres.

Standby demand

The total energy demand of the lift in standby mode, see Section 3.1 for details.

3 Characteristic values

The energy demand of lifts can be distinguished on the basis of the

- standby demand, and
- travel demand.

3.1 Standby demand

The standby demand is the total energy demand of the lift in standby mode, meaning that only parts of the electrical equipment and components that are contributory to the lifts readiness for operation and maintaining it in standby need to be taken into account, e.g. the machine room and the shaft lighting are excluded.

3.2 Travel demand

The travel demand is the total energy demand of the lift

- during travels at specific trip cycles, and
- with specific loads.

The resulting specific demand value in $\text{mWh}/(\text{kg}\cdot\text{m})$ is related to the distance travelled in metres and the nominal load in kilograms.

The use of a different load than the nominal load for calculating the specific travel demand has to be documented.

These specific energy demand values can be used to compare the energy efficiency of different lifts.

3.3 Energy demand and efficiency classes

Depending on their demand values, lifts are assigned into energy demand classes for travel and standby. These two demand values determine the energy efficiency class of the lift, depending on its usage.

Es werden sieben Energiebedarfs- und Energieeffizienzklassen, bezeichnet mit den Buchstaben A bis G, definiert, wobei die Klasse A dem niedrigsten Energiebedarf bzw. 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 fünf Nutzungskategorien festgelegt, die sich insbesondere durch die durchschnittliche Fahrzeit pro Tag unterscheiden. Abhängig von den zeitlichen Anteilen des Stillstandsbedarfs und Fahrtbedarfs können sich für die fünf Nutzungskategorien unterschiedliche Energieeffizienzklassen ergeben.

Tabelle 1 listet für die fünf Nutzungskategorien die durchschnittlichen Fahrt- und Stillstandszeiten und typischen Beispiele für Aufzüge in diesen Nutzungskategorien auf.

There are seven designated energy demand and energy efficiency classes represented by the letters A to G. Class A is representing the lowest energy demand or accordingly, the best energy efficiency.

3.4 Usage category

Besides its design, the full energy demand of a lift essentially depends on its usage. In dependency to the type of building, the lift usage and number of passengers, this guideline specifies five usage categories that differ in particular in the average travel time per day. Depending on the temporal rate of the standby and travel demand there may be various energy efficiency classes calculated for these five usage categories.

The average times of travel and standstill and typical examples of lifts for each of the five usage categories are listed in Table 1.

Tabelle 1. Nutzungskategorien für Aufzüge nach VDI 4707

Nutzungskategorie	1	2	3	4	5
Nutzungsintensität/-häufigkeit	sehr gering sehr selten	gering selten	mittel gelegentlich	stark häufig	sehr stark sehr häufig
Durchschnittliche Fahrzeit in Stunden pro Tag ^{a)}	0,2 (≤ 0,3)	0,5 (> 0,3-1)	1,5 (> 1-2)	3 (> 2-4,5)	6 (> 4,5)
Durchschnittliche Stillstandszeit in Stunden pro Tag	23,8	23,5	22,5	21	18
Typische Gebäude- und Verwendungsarten	- Wohnhaus mit bis zu 6 Wohnungen - kleines Büro- und Verwaltungsgebäude mit wenig Betrieb	- Wohnhaus mit bis zu 20 Wohnungen - kleines Büro- und Verwaltungsgebäude mit 2 bis 5 Geschossen - kleine Hotels - Lastenaufzug mit wenig Betrieb	- Wohnhaus mit bis zu 50 Wohnungen - mittleres Büro- und Verwaltungsgebäude mit bis zu 10 Geschossen - mittlere Hotels - Lastenaufzug mit mittlerem Betrieb	- Wohnhaus mit mehr als 50 Wohnungen - hohes Büro- und Verwaltungsgebäude mit über 10 Geschossen - großes Hotel - kleines bis mittleres Krankenhaus - Lastenaufzug in Produktionsprozess bei einer Schicht	- Büro- und Verwaltungsgebäude über 100 m Höhe - großes Krankenhaus - Lastenaufzug in Produktionsprozess bei mehreren Schichten

^{a)} Kann ermittelt werden aus mittlerer Fahrtenzahl und mittlerer Fahrdauer.

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 fünf Minuten nach Beendigung der letzten Fahrt ermittelt.

4.2 Fahrtbedarf

Der Fahrtbedarf wird ermittelt für Referenzfahrten mit unterschiedlichen auf die Nennlast bezogenen Beladungen gemäß dem Lastkollektiv nach Tabelle 2. Bei speziellen Verwendungsarten kann ein individuelles Lastkollektiv festgelegt werden, z. B. bei Lastenaufzügen, die überwiegend mit Volllast betrieben werden. Dieses ist zu dokumentieren.

Die Referenzfahrten bestehen jeweils aus folgendem Fahrtzyklus:

- 1) Beginn Referenzfahrt mit offener Tür
- 2) Tür schließen
- 3) Fahrt auf oder ab über die volle Förderhöhe
- 4) Tür öffnen und sofort wieder schließen
- 5) Fahrt ab oder auf über die volle Förderhöhe

Table 1. Usage categories according to VDI 4707

Usage category	1	2	3	4	5
Usage intensity/ frequency	very low very seldom	low seldom	medium occasionally	high frequently	very high very frequently
Average travel time in hours per day ^{*)}	0,2 (≤ 0,3)	0,5 (> 0,3–1)	1,5 (> 1–2)	3 (> 2–4,5)	6 (> 4,5)
Average standby time in hours per day	23,8	23,5	22,5	21	18
Typical types of buildings and use	- residential building with up to 6 dwellings - small office or administrative building with few operation	- residential building with up to 20 dwellings - small office or administrative building with 2 to 5 floors - small hotels - goods lift with few operation	- residential building with up to 50 dwellings - small office or administrative building with up to 10 floors - medium-sized hotels - goods lift with medium operation	- residential building with more than 50 dwellings - tall office or administrative building with more than 10 floors - large hotel - small to medium-sized hospitals - goods lift in production process with a single shift	- office or administrative building over 100 m in height - large hospital - goods lift in production process with several shifts

^{*)} Can be determined from the average number of trips and the average trip duration.

4 Determination of specifications and characteristic values

4.1 Standby demand

The standby demand can be determined by measurement or adding up the individual demand values, as far as these are sufficiently known. The standby demand is determined five minutes after the last trip has ended.

4.2 Travel demand

The travel demand is determined for reference trips, using individual nominal load based loadings in compliance to the load spectrum given in Table 2. A customized load spectrum can be used for special usages and has to be documented, e.g. for goods lift that are primarily operating under full load.

A reference trip consists of the following trip cycle:

- 1) begin of reference trip with open lift door
- 2) closing lift door
- 3) trip up or down using the full lifting height
- 4) opening and immediate closing of the lift door
- 5) trip up or down using the full lifting height

6) Tür öffnen

7) Ende der Referenzfahrt

Die Referenzfahrten werden über ihren Anteil gemäß Tabelle 2 aufsummiert.

Tabelle 2. Lastkollektiv

Beladung in % der Nennlast	Anteil Fahrten in %
0	50
25	30
50	10
75	10
100	0

Alternativ können für Aufzüge mit Gegengewicht entsprechend dem Fahrkorbgewicht plus 40 % bis 50 % der Nennlast sowie für Aufzüge ohne oder mit Ausgleichsgewicht bis maximal 30 % des Fahrkorbgewichts können die Referenzfahrten vereinfachend nur mit leerem Fahrkorb durchgeführt werden. Zur Korrektur gegenüber dem nach Tabelle 2 definierten Lastkollektiv werden die mit Leerfahrt ermittelten Fahrtbedarfe mit dem nachstehenden **Lastfaktor** multipliziert:

- 0,7 bei Aufzügen mit Gegengewicht (Fahrkorbmasse plus 40 % bis 50 % der Nennlast)
- 1,2 bei Aufzügen ohne Ausgleichsgewicht oder mit Ausgleichsgewicht mit einer Masse von max. 30 % des Fahrkorbgewichts

Wird der Fahrtbedarf mit dem festgelegten Lastkollektiv nach Tabelle 2 ermittelt, wird kein Lastfaktor berücksichtigt.

Die Ermittlung des Fahrtbedarfs kann durch Messung oder durch Aufsummierung von einzelnen, bekannten Bedarfswerten erfolgen. Bei Messungen des Energiebedarfs müssen die Messeinrichtungen in der Lage sein zurückgespeiste Energie zu erfassen und von der verbrauchten Energie abzuziehen.

Der bei den Referenzfahrten ermittelte Energiebedarf in Wattstunden (Wh) wird in Relation gesetzt zu der Nennlast des Fahrkorbs und der bei den Referenzfahrten gefahrenen Wegstrecke. Zur Absicherung der Messgenauigkeit sollten die Referenzfahrten 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.

6) door opening

7) end of reference trip

The reference trips are added up according to their ratios as shown in Table 2.

Table 2. Load spectrum

Load in % of the nominal load	Trip ratio in %
0	50
25	30
50	10
75	10
100	0

For lifts using a counterbalance weight equal to the car weight and an additional 40 % to 50 % of the nominal load or lifts with a compensation weight lower than 30 % to the car weight or without it, the reference trips can alternatively be performed with an empty car. In order to correct the values in relation to the load spectrum specified in Table 2, the travel demands determined with the empty car are multiplied by the following load factors:

- 0,7 for lifts with counterbalance weight (car weight plus 40 % to 50 % of the nominal weight)
- 1,2 for lifts without the compensation weight or a compensation weight of up to 30 % of the car weight

The load factor is not used when the travel demand is determined using the specific load spectrum as per Table 2.

The travel demand can be determined by measurement or adding up the known individual demand values. When measuring the energy demand, the measuring equipment has to be able to detect recovered energy and subtract it from the energy consumed.

The energy demand in watt-hours (Wh) determined on the reference trips is divided by the nominal load of the car and the travelled distance for the reference trips. To ensure the accuracy of measurement the reference trips should be performed several times.

Since the energy consumption of drives for rope driven or hydraulic lifts may be dependant on their temperature, for example due to the viscosity of oils, measurements should be carried out at average operating temperatures.

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.

Die Messungen müssen unter realen Bedingungen erfolgen, das heißt, es dürfen keine Verbraucher ausgeschaltet sein, die im üblichen Betrieb eingeschaltet sind.

4.3 Measurement of energy consumption values

The measurements are taken after the main switch for the power circuit and after the switch for the lighting circuits of the lift installation (see Figure 1).

Shaft and machine room lighting are not taken into account when determining the energy consumption.

The measurement for additional existent circuits for controlling groups of lifts also needs to be taken in standby and the consumption value has to be added proportionately to the standby consumption of the individual lifts.

Besides the mentioned circuits and connected consumers, there may be other devices that are required to operate the lift that are connected to separate circuits (e.g. for heating or cooling). The energy consumption values for these consumers must also be determined and documented separately.

The measurements need to be taken under actual conditions, meaning that no consumer is switched off if it is functional under general operation.

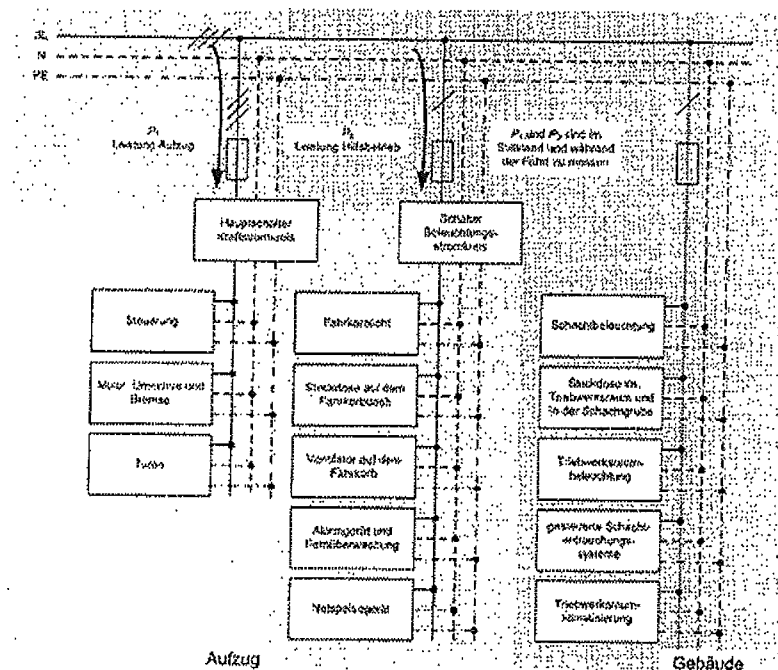


Bild 1. Ermittlung des Energiebedarfs von Aufzügen, Prinzipialschaltbild

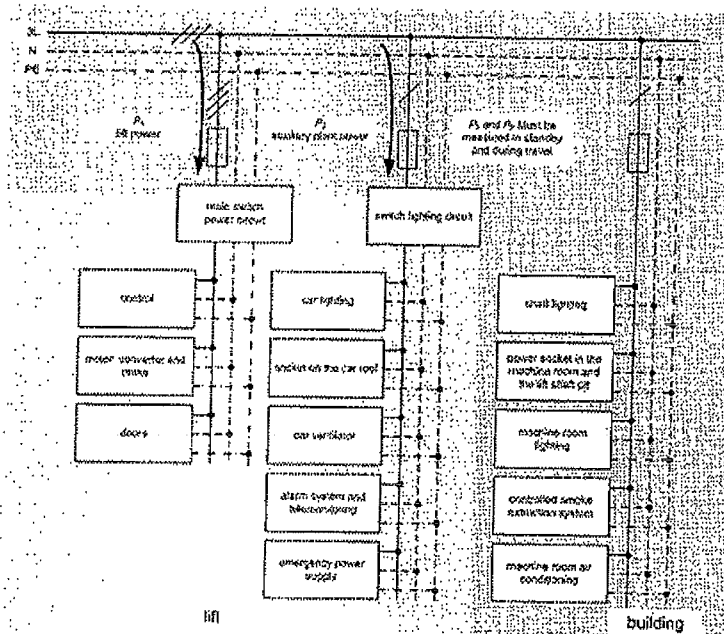


Figure 1. Determination of the energy demand for lifts, schematic diagram

4.4 Anforderungen an das Messen und die Messgeräte zur Messung des Kraftstromkreises

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

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.

4.4.1 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.

4.4 Demands on measurement and the measuring instruments for measuring the power circuit

Small standby outputs and high acceleration outputs with non-ideal harmonic currents place great demands on the measuring equipment.

The measurement has to be performed by specialists that are familiar with the measuring equipment. Additionally an adequate maintenance personnel has to be present for ensuring the security.

Details on measuring procedures are given in ISO 25745-1.

4.4.1 Demands on measuring devices for measuring the power circuit

- creation of the 3 phase effective power with a minimum of three values per second
- consideration of harmonics, like those produced by voltage to frequency converters
- sufficient measuring range for acceleration and standby
- The output is determined by the measuring device from the effective values of the voltage and the current.
- The effective values must be created between two unbroken readings.

- Aufzeichnung der Leistungswerte während der Referenzfahrt
(Diagramm: Leistung als Funktion der Zeit)
- Die Messung zurückgespeicherter Energie muss möglich sein.

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 direkt vom Messgerät abgelesen werden.

4.5 Energiebedarfsklassen und Energieeffizienzklassen

Nach den nach Abschnitt 4.1 und Abschnitt 4.2 ermittelten Bedarfswerten für den Stillstand und das Fahren wird der Aufzug gemäß Tabelle 3 und Tabelle 4 Energiebedarfsklassen zugeordnet. (Siehe auch Rechenbeispiel im Abschnitt 4.8.)

Die Energieeffizienzklasse für einen Aufzug wird aus den Energieverbrauchswerten 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 Nennlast und die zurückgelegten Meter Fahrstrecke geteilt werden. Daraus ergibt sich der spezifische Gesamtenergiebedarfswert des Aufzugs.

Zur Einstufung des spezifischen Gesamtenergiebedarfs in Energieeffizienzklassen werden die Grenzwerte für den Stillstandsbedarf und den Fahrtbedarf in jeweils der gleichen Klasse nach Tabelle 3 und Tabelle 4 gemäß folgender Gleichung verknüpft

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = E_{\text{Fahren, spez, max}} + \frac{P_{\text{Stillstand, max}} \cdot t_{\text{Stillstand}} \times 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot t_{\text{Fahren}}} \quad (1)$$

Dabei ist

$E_{\text{Aufzug, spez}}$	spezifischer Energieverbrauch des Aufzugs in mWh/(kg m)
$E_{\text{Fahren, spez}}$	spezifischer Fahrtbedarf in mWh/(kg m)
$P_{\text{Stillstand}}$	Stillstandsbedarf in W

- recording of the output values during the reference trip
(graph: output as a function of time)
- possibility to measure recovered energy

4.4.2 Demands on measuring devices for measuring the lighting circuit

- creation of the single phase effective power with a minimum of three values per second
- consideration of harmonics
- The output is determined by the measuring device from the effective values of the voltage and the current.
- The effective values must be calculated continuously between two samplings.
- Output values can be read out directly from the measuring instrument.

4.5 Energy demand and energy efficiency classes

The lift is assigned to energy demand classes in accordance with Table 3 and Table 4 according to the demand values for standby and travel determined in line with Section 4.1 and Section 4.2 (see example calculation in Section 4.8).

The energy efficiency classes for a lift are determined from the energy consumption values for standby and travel by projecting the output in standby and the energy demand for travel with the average standby times and travel times for a daily consumption according to Table 1 and then dividing it by the number of metres travelled and the nominal load. This results into the specific total energy demand value of the lift.

For assigning the specific energy demand into energy efficiency classes, the limiting values for the travel and standby demand belonging to the same class are combined in accordance with Table 3 and Table 4 using the following equation

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = E_{\text{Fahren, spez, max}} + \frac{P_{\text{Stillstand, max}} \cdot t_{\text{Stillstand}} \times 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot t_{\text{Fahren}}} \quad (1)$$

where

$E_{\text{Aufzug, spez}}$	specific energy consumption of the lift, in mWh/(kg m)
$E_{\text{Fahren, spez}}$	specific travel demand, in mWh/(kg m)
$P_{\text{Stillstand}}$	standby demand, in W

$t_{\text{Stillstand}}$	Stillstandszeit in s	$t_{\text{Stillstand}}$	time of standby in s
Q	Nennlast in kg	Q	nominal load, in kg
v_{Nenn}	Nenngeschwindigkeit in m/s	v_{Nenn}	nominal speed, in m/s
t_{Fahren}	Fahrtzeit in s	t_{Fahren}	time of usage, in s

Daraus ergeben sich mit den eingesetzten Grenzwerten nach Tabelle 3 und Tabelle 4 sowie den Zeitanteilen nach Tabelle 1 die vereinfachten Gleichungen nach Tabelle 5.

Entering the limits of Table 3 and Table 4 and the time fractions of Table 1, this leads to the simplified equations in Table 5.

Tabelle 3. Energiebedarfsklassen für den Stillstand / Table 3. Energy demand classes for standby

Leistung / Output in W	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
Klasse / Class			C	D	E	F	

Tabelle 4. Energiebedarfsklassen für das Fahren / Table 4. Energy demand classes for travel

Spez. Energieverbrauch / Specific energy consumption in mWh/(kg m)	≤ 0,56	≤ 0,84	≤ 1,26	≤ 1,89	≤ 2,80	≤ 4,20	> 4,20
Klasse / Class	A	B	C	D	E	F	

Tabelle 5. Berechnung der Grenzwerte für die Gesamt-Energieeffizienzklassen / Table 5. Limit calculation for the total energy efficiency class

Energieeffizienzklasse / Energy efficiency class	Spezifischer Energieverbrauch des Aufzugs in mWh/(kg·m) / Specific energy consumption of the lift, in mWh/(kg·m)				
	Nutzungskategorie / Usage category				
	1	2	3	4	5
A	$0,56 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{50 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,56 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{50 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,56 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{50 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,56 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{50 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,56 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{50 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$
B	$0,84 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{100 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,84 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{100 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,84 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{100 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,84 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{100 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$0,84 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{100 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$
C	$1,26 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{200 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,26 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{200 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,26 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{200 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,26 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{200 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,26 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{200 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$
D	$1,89 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{400 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,89 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{400 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,89 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{400 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,89 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{400 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$1,89 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{400 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$
E	$2,8 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{800 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$2,8 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{800 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$2,8 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{800 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$2,8 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{800 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$2,8 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{800 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$
F	$4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$
	$> 4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 23,8 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,2 \text{ h} \cdot 3600}$	$> 4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$> 4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 22,5 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 1,5 \text{ h} \cdot 3600}$	$> 4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 21 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600}$	$> 4,2 \text{ mWh/(kg m)} + \frac{1600 \text{ W} \cdot 18 \text{ h} \cdot 1000}{Q \cdot v_{\text{Nenn}} \cdot 6 \text{ h} \cdot 3600}$

Beispiel

Für einen Aufzug mit Nennlast 1000 kg und Nenngeschwindigkeit 1 m/s ergeben sich für die Nutzungskategorie 1 aus dem Stillstandsbedarf der Klasse C von 200 W und dem Fahrtbedarf der Klasse C von 1,26 mWh/(kg·m) ein Grenzwert für den spezifischen Gesamtenergiebedarf in der Energieeffizienzklasse C von 7,87 mWh/(kg·m).

Die Grenzwerte für alle Klassen und Nutzungskategorien für diesen Aufzug sind beispielhaft in Tabelle 6 angegeben.

Example

For a lift of usage category 1 with a nominal load of 1000 kg and a nominal speed of 1 m/s, a class C standby demand of 200 W and a class C travel demand of 1,26 mWh/(kg·m) results into a limit of the specific total energy demand for the energy efficiency class C of 7,87 mWh/(kg·m).

Examples for the limiting values on all classes and usage categories for this lift are shown in Table 6.

Tabelle 6 Energieeffizienzklassen für Aufzüge mit Nennlast 1000 kg und Nenngeschwindigkeit 1 m/s /
Table 6. Energy efficiency classes for lifts with a nominal load of 1000 kg and a nominal speed of 1 m/s

Energieeffizienzklasse / Energy efficiency class	Spezifischer Energieverbrauch des Aufzugs in mWh/(kg·m) / Specific energy consumption of the lift, in mWh/(kg·m)				
	Nutzungskategorie / Usage category				
	1	2	3	4	5
A	≤ 2,21	≤ 1,21	≤ 0,77	≤ 0,66	≤ 0,60
B	≤ 4,15	≤ 2,15	≤ 1,26	≤ 1,03	≤ 0,92
C	≤ 7,87	≤ 3,87	≤ 2,09	≤ 1,65	≤ 1,43
D	≤ 15,11	≤ 7,11	≤ 3,56	≤ 2,67	≤ 2,22
E	≤ 29,24	≤ 13,24	≤ 6,13	≤ 4,36	≤ 3,47
F	≤ 57,09	≤ 25,09	≤ 10,87	≤ 7,31	≤ 5,53
	> 57,09	> 25,09	> 10,87	> 7,31	> 5,53

4.6 Berechnung des Nenn-Jahresenergiebedarfs

Der zu erwartende Bedarf an elektrischer Energie für den Betrieb eines Aufzugs wird überschlägig hochgerechnet, indem aus den Bedarfswerten für das Fahren und den Stillstand entsprechend den zeitlichen Anteilen der Nutzungskategorie des Aufzugs der Energiebedarf pro Tag und mit den Betriebstagen pro Jahr der Energiebedarf pro Jahr berechnet wird.

Rechengang

- Nennlast Q in kg
- Stillstandsbedarf $P_{\text{Stillstand}}$ in W
- spezifischer Fahrtbedarf $E_{\text{Fahren, spez}}$ in mWh/(kg·m)
- Fahrzeit t_{Fahren} in Stunden pro Tag
- zurückgelegte Fahrstrecke s_{Nenn} während der Nutzungszeit pro Tag in m
- $s_{\text{Nenn}} = v_{\text{Nenn}} \cdot t_{\text{Fahren}}$

Dabei ist

v_{Nenn} Nenngeschwindigkeit in m/s

Der Energiebedarf pro Tag ergibt sich aus:

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

$$E_{\text{Fahren}} = E_{\text{Fahren, spez}} \cdot s_{\text{Nenn}} \cdot Q$$

$$E_{\text{Tag}} = E_{\text{Stillstand}} + E_{\text{Fahren}}$$

4.6 Evaluation of the nominal energy demand per year

The to be expected electrical energy demand for operating the lift is approximately projected by calculating the energy demand per year using the standby and travel demand values according to its temporal ratio in the usage category of the lift, the energy demand per day and the days of operation per year.

Calculation procedure

- Nominal load Q , in kg
- Standby demand $P_{\text{Stillstand}}$ in W
- specific travel demand $E_{\text{Fahren, spez}}$, in mWh/(kg·m)
- time of usage t_{Fahren} , in hours per day
- distance travelled s_{Nenn} , in m during time of usage per day
- $s_{\text{Nenn}} = v_{\text{Nenn}} \cdot t_{\text{Fahren}}$

where

v_{Nenn} nominal speed in m/s

The energy demand per day results to:

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

$$E_{\text{Fahren}} = E_{\text{Fahren, spez}} \cdot s_{\text{Nenn}} \cdot Q$$

$$E_{\text{Tag}} = E_{\text{Stillstand}} + E_{\text{Fahren}}$$

Der Energiebedarf pro Jahr beträgt:

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

Dabei werden für den Nenn-Jahresenergiebedarf $N = 365$ Betriebstage pro Jahr zugrunde gelegt.

4.7 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. Soweit vom Bauherrn oder Betreiber keine Nutzungskategorien angegeben werden, können vom Hersteller die Kennwerte für mehrere Kategorien angegeben werden. Die Kennwerte werden mit nachfolgendem Energiezertifikat (Bild 2) ausgewiesen.

4.8 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:

The energy demand per year is:

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

Where $N = 365$ days of operation during one year are assumed as basis for the nominal annual energy demand.

4.7 Energy certificate for lifts according to VDI 4707

The manufacturer may give the characteristic values determined to the builder or operator as part of the offer for a lift. If no usage categories are given by the client or operator, the manufacturer can specify characteristic values for several categories. The characteristic values are stated in the following energy certificate (Figure 2).

4.8 Example calculation

A lift manufacturer is offering a customer a lift whose basic characteristics for usage and the expected amount of operation are chosen as follows:

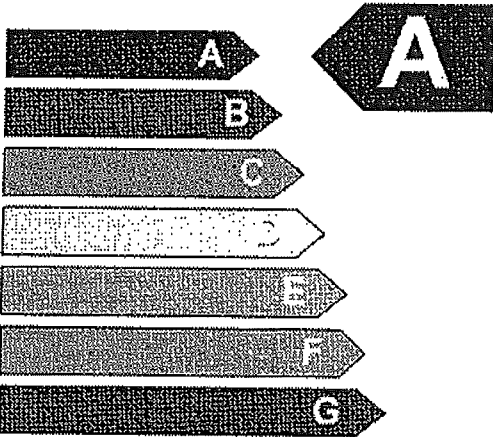
Aufzugs-Energiezertifikat nach VDI 4707		
Hersteller:	Firma	Energieeffizienzklasse 
Standort:	Straße Ort/Stadt	
Aufzugsmodell:	Serie/Typ	
Aufzugsart:	elektrisch betriebener Personenaufzug	
Nennlast:	630 kg	Nenn-Jahresbedarf für nebenstehende Nennwerte: 550 kWh
Nenngeschw.:	1 m/s	
Betriebstage pro Jahr:	365	
Stillstandsbedarf: 40 W (Energiebedarfsklasse A)	Spez. Fahrtbedarf: 0,50 mWh/(kg·m) (Energiebedarfsklasse A)	
Nutzungskategorie 2 nach VDI 4707 Vergleiche von Energieeffizienzklassen sind nur bei gleicher Nutzung möglich.		
Datum: 01.03.2009 Bezug: VDI 4707 (Ausgabe 03-2009)		

Bild 2. Aufzugs-Energiezertifikat nach VDI 4707 Blatt 1

Gebäudeart: Wohnhaus/Arztpraxis

Nennlast: 630 kg

Geschwindigkeit: 1,0 m/s

Haltestellen: 5

Förderhöhe: 12 m

Aus der geschätzten Zahl von 200 Fahrten pro Tag und der geschätzten durchschnittlichen Fahrtstrecke von 6 m ergibt sich eine tägliche Fahrtzeit von $(6 \text{ m} \cdot 200 \text{ Fahrten}) / (1 \text{ m/s}) = 1200 \text{ s} = 0,33 \text{ h}$.

Damit fällt der Aufzug in die Nutzungskategorie 2, siehe Tabelle 1 (geringe/seltene Nutzung) ($0,3 \text{ h} < 0,33 \text{ h} \leq 1 \text{ h}$).

Entsprechend der Nutzungskategorie 2 wird in der weiteren Rechnung eine durchschnittliche Fahrtzeit von 0,5 h und eine durchschnittliche Stillstandszeit von 23,5 h eingesetzt.

Der Aufzughersteller, bzw. der verantwortliche Montagebetrieb ermittelt bei dem gewählten Beispiel für die vom Kunden gewünschte und bei der Planung festgelegte Ausstattung, sowie für die bei dem gewählten Aufzugstyp typische elektrische Ausrüstung und Komponenten einen Leistungsbedarf im Stillstand von $P_{\text{Stillstand}} = 40 \text{ W}$.

Dies entspricht der Energiebedarfsklasse A für den Stillstand ($P_{\text{Stillstand}} \leq 50 \text{ W}$).

Type of building: residential building/
doctor's practice

Nominal load: 630 kg

Speed: 1,0 m/s

Stops: 5

Lifting height: 12 m

The estimated value of 200 trips per day and the average travel distance of 6 m result to a daily time of travel of

$(6 \text{ m} \cdot 200 \text{ trips}) / (1 \text{ m/s}) = 1200 \text{ s} = 0,33 \text{ h}$.

The lift, then, belongs into the usage category 2, see Table 1 (low/seldom usage)

($0,3 \text{ h} < 0,33 \text{ h} \leq 1 \text{ h}$).

According to the usage category 2 an average time of travel of 0,5 h and an average time of standby of 23,5 h are used for the further calculations.

For this example the manufacturer or the assembler of the lift determines a standby output demand of $P_{\text{Stillstand}} = 40 \text{ W}$ for the configuration made from customer requests and design predeterminations and the typical electrical equipment and components for the chosen type of lift.

This matches with the energy demand class A in standby ($P_{\text{Stillstand}} \leq 50 \text{ W}$).

Lift energy efficiency certificate according to VDI 4707		
Manufacturer:	Company	
Location:	Street City	
Lift model:	Series/version	
Lift type:	electric operated passenger lift	
Nominal load:	630 kg	
Nominal speed:	1 m/s	
Operating days per year:	365	
Standby demand: 40 W (Energy demand class A)	Specific travel demand: 0,50 mWh/(kg) (Energy demand class A)	
Usage category 2 according to VDI 4707 Comparison of energy efficiency classes is only possible under equal usage		
Date:	01.03.2009	
Reference:	VDI 4707 (issue 03-2009)	
		Energy efficiency class Nominal demand per year (365 days of operation) for nominal values as shown: 550 kWh

Figure 2. Energy certificate for a lift according to VDI 4707 Part 1

Bei einer Referenzfahrt mit leerem Fahrkorb über die gesamte Förderhöhe in Auf- und Abwärtsrichtung wird an einer baugleichen Anlage ein Energieverbrauch von $E_{\text{Referenzfahrt}} = 10,8 \text{ Wh}$ gemessen. (Wenn keine baugleiche Anlage zur Messung zur Verfügung gestanden hätte, hätte der Energieverbrauch auch aus bekannten Einzelwerten berechnet werden können.) Der Energieverbrauch $E_{\text{Referenzfahrt}}$ wird mit dem Lastfaktor $k = 0,7$ (für einen Aufzug mit Treibscheibenantrieb mit einem Gegengewichtsausgleich von 45 %) multipliziert und durch die Nennlast Q und die gefahrene Wegstrecke bei der Referenzfahrt (doppelte Förderhöhe F_H) geteilt.

Damit erhält man den spezifischen Energiebedarf des Aufzugs für das Fahren:

$$E_{\text{Fahren, spez}} = k \cdot E_{\text{Referenzfahrt}} / (Q \cdot 2 \cdot F_H) = (0,7 \cdot 10,8 \text{ Wh} \cdot 1000 \text{ mWh/Wh}) / (630 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 12 \text{ m}) = 0,50 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Damit fällt der Aufzug in die Energiebedarfsklasse A für das Fahren ($E_{\text{Fahren, spez}} \leq 0,56 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$).

Mit der täglichen Fahrzeit von $t_{\text{Fahren}} = 0,5 \text{ h}$ (Wert aus Tabelle 1) ergibt sich bei der Nenngeschwindigkeit v des Aufzugs unter Vernachlässigung der Beschleunigungs- und Verzögerungsanteile eine nominelle Fahrtstrecke s_{Nenn} von

$$s_{\text{Nenn}} = t_{\text{Fahren}} \cdot v = 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 1 \text{ m/s} = 1800 \text{ m}$$

Dies ergibt einen täglichen Energiebedarf für das Fahren E_{Fahren} von

$$E_{\text{Fahren}} = E_{\text{Fahren, spez}} \cdot s_{\text{Nenn}} \cdot Q = (0,50 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}) \cdot 1800 \text{ m} \cdot 630 \text{ kg} / 1000 \text{ mWh/Wh} = 567 \text{ Wh}$$

Mit einer täglichen Stillstandszeit des Aufzugs von $t_{\text{Stillstand}} = 23,5 \text{ h}$ (Tabelle 1) in der Nutzungskategorie 2 ergibt sich ein täglicher Energiebedarf für den Stillstand $E_{\text{Stillstand}}$ von

$$E_{\text{Stillstand}} = P_{\text{Stillstand}} \cdot t_{\text{Stillstand}} = 40 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} = 940 \text{ Wh}$$

Der Gesamtenergiebedarf des Aufzugs pro Tag ist damit

$$E_{\text{Tag}} = 567 \text{ Wh} + 940 \text{ Wh} = 1507 \text{ Wh}$$

Aus diesem Gesamtenergiebedarf des Aufzugs pro Tag kann mit der Nennlast Q und der nominellen Fahrtstrecke pro Tag s_{Nenn} der spezifische Gesamtenergiebedarf des Aufzugs $E_{\text{Aufzug, spez}}$ berechnet werden.

$$E_{\text{Aufzug, spez}} = E_{\text{Tag}} / (Q \cdot s_{\text{Nenn}}) = (1507 \text{ Wh} \cdot 1000 \text{ mWh/Wh}) / (630 \text{ kg} \cdot 1800 \text{ m}) = 1,33 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Der Nenn-Jahresbedarf E_{Jahr} für 365 Betriebstage errechnet sich damit zu:

$$E_{\text{Jahr}} = E_{\text{Tag}} \cdot N_{\text{Betriebstage}} = 1507 \text{ Wh} \cdot 365 = 550055 \text{ Wh} / 1000 \approx 550 \text{ kWh}$$

An up-and-down reference trip over the full lifting height with an empty car on an identical constructed system incurs an energy consumption of $E_{\text{Referenzfahrt}} = 10,8 \text{ Wh}$. (If an identical system had not been available for measuring, the energy consumption could have been calculated from known individual values.) The energy consumption value $E_{\text{Referenzfahrt}}$ is multiplied by the load factor $k = 0,7$ (for a traction-driven lift and a counterbalance weight compensation of 45 %) and the division by the nominal load Q and the distance travelled on the reference trip (double lifting height F_H).

This results in the specific energy demand of the lift when travelling:

$$E_{\text{Fahren, spez}} = k \cdot E_{\text{Referenzfahrt}} / (Q \cdot 2 \cdot F_H) = (0,7 \cdot 10,8 \text{ Wh} \cdot 1000 \text{ mWh/Wh}) / (630 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 12 \text{ m}) = 0,50 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

The lift then belongs to the energy demand class A for travelling ($E_{\text{Fahren, spez}} \leq 0,56 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$).

The average time travelled $t_{\text{Fahren}} = 0,5 \text{ h}$ (value from Table 1) at a nominal speed v of the lift disregarding acceleration and deceleration influences, determines a nominal distance s_{Nenn} travelled of

$$s_{\text{Nenn}} = t_{\text{Fahren}} \cdot v = 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h} \cdot 1 \text{ m/s} = 1800 \text{ m}$$

This results to a daily energy demand for travelling E_{Fahren} of

$$E_{\text{Fahren}} = E_{\text{Fahren, spez}} \cdot s_{\text{Nenn}} \cdot Q = (0,50 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}) \cdot 1800 \text{ m} \cdot 630 \text{ kg} / 1000 \text{ mWh/Wh} = 567 \text{ Wh}$$

The daily standby time of $t_{\text{Stillstand}} = 23,5 \text{ h}$ (Table 1) of the usage category 2 leads to a daily energy demand for standby $E_{\text{Stillstand}}$ of

$$E_{\text{Stillstand}} = P_{\text{Stillstand}} \cdot t_{\text{Stillstand}} = 40 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} = 940 \text{ Wh}$$

The total energy demand for the lift per day is, then

$$E_{\text{Tag}} = 567 \text{ Wh} + 940 \text{ Wh} = 1507 \text{ Wh}$$

The specific total energy demand of the lift $E_{\text{Aufzug, spez}}$ can be determined from the total daily energy demand of the lift with the use of the nominal load Q and the nominal distance travelled per day s_{Nenn} .

$$E_{\text{Aufzug, spez}} = E_{\text{Tag}} / (Q \cdot s_{\text{Nenn}}) = (1507 \text{ Wh} \cdot 1000 \text{ mWh/Wh}) / (630 \text{ kg} \cdot 1800 \text{ m}) = 1,33 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

The calculation of the nominal demand per year E_{Jahr} for 365 operating days is, then:

$$E_{\text{Jahr}} = E_{\text{Tag}} \cdot N_{\text{Betriebstage}} = 1507 \text{ Wh} \cdot 365 = 550055 \text{ Wh} / 1000 \approx 550 \text{ kWh}$$

Für diesen Aufzug mit Nennlast 630 kg und Nenngeschwindigkeit 1 m/s können mit den Grenzwerten aus Tabelle 3 und Tabelle 4 sowie den durchschnittlichen Zeitwerten aus Tabelle 1 und Gleichung (1) die Grenzwerte für die spezifischen Energiebedarfe des Aufzugs $E_{\text{Aufzug, spez, max}}$ in den Energieeffizienzklassen A bis G berechnet werden.

Grenzwert für Energieeffizienzkategorie A

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = E_{\text{Fahren, spez, max}} + (P_{\text{Stillstand, max}} \cdot t_{\text{Stillstand}} \cdot 1000) / (Q \cdot v \cdot t_{\text{Fahren}} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 0,56 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)} + (50 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000) / (630 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 1,60 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Grenzwert für Energieeffizienzkategorie B

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 0,84 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)} + (100 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000) / (630 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 2,91 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Grenzwert für Energieeffizienzkategorie C

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 1,26 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)} + (200 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000) / (630 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 5,40 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Mit einer analogen Berechnung für die Energieeffizienzklassen D bis G sowie einer Berechnung für die anderen Nutzungskategorien ergeben sich die Grenzwerte in Tabelle 7 für die Klassifizierung dieses Aufzugs.

Der spezifische Gesamtenergiebedarf des Aufzugs $E_{\text{Aufzug, spez}} = 1,33 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$ fällt damit bei der Nutzungskategorie 2 dieses Beispiels in die Energieeffizienzkategorie A ($\leq 1,60$ siehe Tabelle 7, $E_{\text{Aufzug, spez}} \leq 1,60 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$). Das Aufzugs-Energiezertifikat dieses Aufzugs ist im Bild 2 dargestellt.

The limiting values of the specific energy demand $E_{\text{Aufzug, spez, max}}$ for this lift with a nominal load of 630 kg and a nominal speed of 1 m/s can be determined for the energy efficiency classes A to G using the limiting values from Table 3 and Table 4 and the average time travelled from Table 1 and Equation (1).

Energy efficiency class A limiting value

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = E_{\text{Fahren, spez, max}} + (P_{\text{Stillstand, max}} \cdot t_{\text{Stillstand}} \cdot 1000) / (Q \cdot v \cdot t_{\text{Fahren}} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 0,56 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)} + (50 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000) / (630 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 1,60 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Energy efficiency class B limiting value

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 0,84 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)} + (100 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000) / (630 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 2,91 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Energy efficiency class C limiting value

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 1,26 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)} + (200 \text{ W} \cdot 23,5 \text{ h} \cdot 1000) / (630 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s} \cdot 0,5 \text{ h} \cdot 3600 \text{ s/h})$$

$$E_{\text{Aufzug, spez, max}} = 5,40 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$$

Analogous calculations for energy efficiency classes D to G and for other usage categories produce the limiting values shown in Table 7 for the classification of this lift.

The total specific energy demand of the lift $E_{\text{Aufzug, spez}} = 1,33 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$ in the usage category 2 of this example then belongs to the energy efficiency class A ($\leq 1,60$ see Table 7, $E_{\text{Aufzug, spez}} \leq 1,60 \text{ mWh/(kg} \cdot \text{m)}$). The energy certificate for this lift is shown in Figure 2.

Tabelle 7. Energieeffizienzklassen des Aufzugs mit $Q = 630 \text{ kg}$ und $v = 1 \text{ m/s}$ /
Table 7. Energy efficiency classes of the lift with $Q = 630 \text{ kg}$ and $v = 1 \text{ m/s}$

Energieeffizienzklasse / Energy efficiency class	Spezifischer Energiebedarf $E_{\text{Aufzug, spez, max}}$ in mWh/(kg·m) / Specific energy demand $E_{\text{Aufzug, spez, max}}$ in mWh/(kg·m)				
	Nutzungskategorie / Usage category				
	1	2	3	4	5
A	$\leq 3,18$	$\leq 1,60$	$\leq 0,89$	$\leq 0,71$	$\leq 0,63$
B	$\leq 6,09$	$\leq 2,91$	$\leq 1,50$	$\leq 1,15$	$\leq 0,97$
C	$\leq 11,75$	$\leq 5,40$	$\leq 2,68$	$\leq 1,88$	$\leq 1,52$
D	$\leq 22,88$	$\leq 10,18$	$\leq 4,54$	$\leq 3,12$	$\leq 2,42$
E	$\leq 44,78$	$\leq 19,38$	$\leq 8,09$	$\leq 5,27$	$\leq 3,88$
F	$\leq 88,15$	$\leq 37,36$	$\leq 14,78$	$\leq 9,14$	$\leq 6,32$
G	$> 88,15$	$> 37,36$	$> 14,78$	$> 9,14$	$> 6,32$

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

Zur Kontrolle der vom Aufzugshersteller angegebenen Energiebedarfswerte 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 Einstellungsänderungen Abweichungen in einer Größenordnung von bis zu $\pm 20\%$ vorkommen können.

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

6 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.

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.

Je nach Nutzung des Aufzugs zur Personen- und Lastenbeförderung soll der Planer die erforderliche Nennlast des Aufzugs festlegen. Um den Energiebedarf für den Fahrbetrieb zu minimieren, sollte keine höhere Nennlast als die für die Lastbeförderung benötigte festgelegt werden.

Auch die Art der Aufzugssteuerung ist planerisch zu berücksichtigen. Ziel einer energiesparenden Steuerung ist es, das Transportaufkommen an Personen oder Gütern so effizient wie möglich zu bewältigen. Dies bedeutet beispielsweise, die Anzahl von Leerfahrten auf ein Minimum zu reduzieren sowie bei Aufzugsgruppen Parallelfahrten weitgehend zu vermeiden.

5 Testing the characteristic values on the lift and determining the consumption values of existing lifts

In order to check the energy consumption values given by the lift manufacturer and/or to test whether changes to the lift equipment as a result of age, maintenance or building alterations have changed the energy demand values, the operator can test the characteristic values on an existing lift. To do this, the same procedure and measuring technique as described in Section 4 must be followed.

Note that, when comparing with the original values given by the manufacturer, there may be deviations of up to $\pm 20\%$ as a result of scatter and slight differences in settings.

The same procedure may be used for the determination of the energy demand values of an existing lift.

6 Selection of lift parameters at the design stage

The Design has to follow the acknowledged rules of technology and has to be carried out by competent personnel. Necessary competence can be verified e.g. by a successful completion of training according to guideline VDI 2168. The designer has to check the integrity and accuracy of the documents provided by the client.

When determining the necessary options, the number and size of the lifts, the designer also has to determine the effect that various solutions may have on the energy efficiency. Together with the client, he predefines the usage category in accordance with Table 1.

The designer has to predefine the needed nominal load of the lift in accordance with its usage for transportation of passengers or goods. To minimise the in-use energy demand, a nominal load higher than the load needed for transportation ought not to be used.

The design also needs to consider the type of lift control. The purpose of an energy efficient control is to handle the transport volume of people or goods as efficient as possible. This means, e.g., reducing the number of empty trips to a minimum and largely preventing simultaneous trips for lift groups.

Eine weitere Möglichkeit Energie einzusparen ist, die Anzahl der Aufzüge für den zu bewältigenden Personenverkehr auf das erforderliche Maß zu auszuliegen. Dies kann z. B. durch Aufzüge mit effizienten Steuerungen (z. B. Zielwahlsteuerungen) und effizienten (z. B. mittig öffnenden) Türen mit kurzen Verlustzeiten in Verbindung mit wirksamen wegabhängigen Antriebsregelungen ermöglicht werden.

Weitere Systeme und Komponenten, die zu einer Reduzierung des Energiebedarfs führen, sind in Betracht zu ziehen (Optimierungsmöglichkeiten siehe Anhang A und Anhang B).

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 Betrieb, Montage, Wartung und Instandhaltung

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

Zu beachten sind insbesondere:

- Ausrichtung der Führungsschienen
- Fahrkorb und Gegengewicht ausbalanciert in den Führungen, Anordnung bei schwerer Beladung (z. B. Flurförderzeuge)
- Schmierung
- Nachstellung

Abschalten von Triebwerksraum- und Schachtlicht nach vollendeter Arbeit

Dimensioning the number of lifts used to manage the volume of passenger traffic to the required minimum is another possibility for energy savings. This can be made possible, e.g., by using lifts with efficient control systems (e.g. intelligent destination controls) and efficient doors (e.g. centred opening) with short dead times in combination with active travel-dependent drive controls.

Further systems that afford a reduction of the energy demand need to be taken into account (see Annex A and Annex B for optimisation possibilities).

In collaboration with the client, the designer has to develop and evaluate alternative solutions. The design result as well as the selection made by the client must be documented.

Annex A Influence of lift operation, assembly, maintenance and repairs

In addition to the selection of components, operation, assembly, maintenance and repairs have a significant impact on the actual energy consumption of the lift.

Particularly attention shall be paid to:

- alignment of the guide rails
- car and counterbalance weight counterbalanced between the guide rails, adjustment on heavy loadings (e.g. industrial trucks)
- lubrication
- inching

switching off of machine room and shaft lighting after completing the work

Anhang B Einflussfaktoren bei Aufzugskomponenten, Empfehlungen für Hersteller

Tabelle B1 listet Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs auf.

Tabelle B1. Komponenten von Aufzügen

Komponente	Fahrt	Stillstand	Optimierungsmöglichkeiten
Triebwerk - Motor mit Belüftung - Getriebe oder Pumpe - Bremsen oder Ventile - Ölkühler - Druckschalter	X		hoher Wirkungsgrad bzw. geringe Leistungsaufnahme
Ölheizung	X		
Mechanische Komponenten - Aufzugssystem (mittige/außer-mittige Aufhängung) - Fahrkorbführung (Gleit-/Rollen-führung) - Seiltrieb (Anzahl der Seile, Anzahl und Durchmesser der Seilrollen, Schrägzug) - Druckleitung (Rohr/Schlauch) - Heber	X		Leichtgängigkeit der Anlage, Fahrkorb- und Gegengewichts-führungen reibungsarm ausführen; möglichst wenige Umlenk-rollen mit geringer Massenträgheit verwenden
Antriebsregelung/Umformer inklusive Netzfilter/Netzdrossel/ Tacho/Encoder/Bremswiderstand	X	X	- geringer Verbrauch im Stillstand oder Sleep-Modus - Netzdrossel mit geringem Spannungsabfall - Ersatz von Ward-Leonard-Umformern durch eine elektronische Regelung
Energierückspeisung (Rekuperation)	X	X	- geringer Stillstandsbedarf - Rückspeisung sinnvoll bei größeren Leistungen und hohem Anlagen- und Antriebswirkungsgrad
Steuerung			Grundsätzlich zu beachten; geringer Verbrauch im Stillstand 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 Anmerkung: In vielen Fällen der leistungsstärkste Verbraucher im Stillstand. Hohes Einsparpotenzial!
Fahrbefehlsgeber im Fahrkorb	(X)	X	energiesparende Beleuchtung
Informationsanzeigen im Fahrkorb	(X)	X	- Anzeigen mit hohem Energieverbrauch vermeiden - abschalten, wenn Aufzug nicht benutzt wird
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

Komponente	Fahrt	Stillstand	Optimierungsmöglichkeiten
Beleuchtung der Schachzugänge (Vorräume)			energiesparende Beleuchtung vorsehen
Schachtenlüftung			• temperaturgesteuert • dafür sorgen, dass nicht unnötig Wärme/Kälte aus dem Gebäude entweicht
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

Anmerkung: Zu den einzelnen Komponenten sollten Werte angegeben werden, welche die Berechnung des Stillstandsbedarfs und des Fahrtbedarfs ermöglichen.

Annex B Influencing factors for lift components, recommendations for manufacturers

Table B1 is giving a list of possibilities to reduce the energy consumption

Table B1. Lift components

Components	Travel	Standby	Possibilities for optimisation
Machine - motor with ventilation - gear or pump - brakes or valves - oil cooling - pressure switch	X		high efficiency level or low power consumption
Oil heating	X		
Mechanical components - lift system (centre/eccentric suspension) - car guiding rails (shoe/roller guide) - rope drive (number of ropes, number and diameter of the pulleys, inclined lift) - pressure line (tube/hose) - jack	X		smooth-running of the installation, low friction design of car and counterbalance weight guide rails; use as few as possible diverting pulleys with low inertia
Drive control/generator including line filter/line choke/tachometer/encoder/brake resistance	X	X	- low consumption in standby or sleep mode - line choke with low voltage drop - replacement of Ward Leonard generators with an electronic control
Energy recuperation	X	X	- low standby demand - recuperation meaningful for high power consumption and high degree of efficiency of the installation and drive
Control			attention should be paid to: low consumption in standby or sleep mode
Shaft selector	(X)	X	absolute encoder, disengageable
shaft-limit switch	(X)	X	
switches on all safety components	(X)	X	
Alarm system	(X)	X	
Intercom	(X)	X	
Load measuring system	(X)	X	
Car door operator	(X)	X	only active on door movement
Door control	(X)	X	sleep mode
Light grid	(X)	X	only active when door is open
Car lighting	(X)	X	turn off, when lift is not in use, use energy efficient lighting Note: In many cases the highest power consumer in standby. High possible savings!
Destination control panel in the car	(X)	X	energy saving lighting
Information display in the car	(X)	X	- avoid displays with high energy consumption - switch off when lift is not in use
Fan for the car	(X)	X	switch off when lift is not in use
Threshold heating	(X)	X	temperature controlled
Destination control panel on the floor	(X)	X	energy saving lighting
Information display on the floor	(X)	X	switch off when lift is not in use
Landing entrance lighting (anterooms)			use energy saving lighting

Components	Travel	Standby	Possibilities for optimisation
Shaft ventilation			• temperature controlled • ensure that unessential heat/cooling in the building is prevented
Engine room ventilation	(X)	X	temperature controlled
Climate control unit for cooling the engine room	(X)	X	temperature controlled
Shaft lighting (if in permanent operation)	(X)	X	use energy saving lighting
Engine room lighting (if in permanent operation)	(X)	X	use energy saving lighting

(X) – low impact

Note: Values allowing to determine the travel and standby demands should be given for each component.

Anhang C Beispieldaten

In Tabelle D1 werden beispielhaft zur Orientierung 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.

[illegible]

ist Vereinfachtes Verfahren und damit der Lastfaktor kann bei diesen Anlagen nicht verwendet werden. Fahrtenenergieverbrauch muss mit dem Lastkollektiv nach Tabelle 2 ermittelt werden.

Annex C Example data

Table D1 lists data, which come from the final report of the research project of the Swiss Federal Office of Energy (DIS-Project No. 101106) from 2005, see also <http://www.electricity-research.ch>.

33 lifts measured in Switzerland are evaluated according to VDI 4707.

Reference number	Speed in m/s	Archival classification	Type of building	Year of construction	System	Load factor	Time per year	Power output (type plate) in kW	Power output (measured) in kW	Energy demand class for standby	Energy consumption for reference trip with empty car in kWh	Specific travel demand in kWh/kgm	Energy demand class for travel	Standby energy consumption per day in kWh	Distance travelled per day in m	Travel demand per day Fahrten pro Tag in kWh	Total energy demand per day in kWh	Total energy demand per year in kWh	Proportional standby demand in %	Specific energy consumption of the lift in kWh/kgm	Usage category	Energy efficiency class
1	320	0,63	11.18	5-res building/doctor's pr.	2002 hydraulics, indirect	0,2	20196	9	9,5	110 C	63,87	10,742 G	2,618	453,6	1,555	4,173	1523	62,7	28,748	1 C	1	1 C
2	320	1	14	6-residential building	1977 worm gear, relay control, 2 speeds	0,7	82351	4,9	3,9	0 A	34,16	2,669 E	0	1800	1,537	1,537	561	0,0	2,669	2 B	2	2 B
3	500	0,63	13.39	6-residential building	1984 hydraulics, indirect	1,2	11181	11	12,6	31 A	91,39	8,190 C	0,7378	432	1,769	2,507	915	29,4	11,506	1 B	1	1 B
4	500	1	12.39	5-passenger lift	2004 hydraulics, indirect, pressure accumulator, pul/cylinder	1,2	test system	7,5	4,7	39 A	27,65	1,395 E	0,3165	1800	1,126	3,792	344	70,3	6,583	1 C	1	1 C
5	500	1,6	10.18	6-residential building	2004 gearless 2:1	0,7	test system	5,5	7,5	112 C	16,59	1,395 E	2,6656	1152	1,126	3,792	344	70,3	6,583	1 C	1	1 C
6	630	1	17.37	7-residential building	2002 gearless 2:1	0,7	39843	3,7	5,2	33 C	29,72	1,951 C	0,893	1800	1,078	1,971	718	45,3	1,738	2	2	2
7	630	1	14.56	6-residential building	2005 gearless 2:1	0,7	test system	3,7	4,8	40 A	27,62	1,951 C	0,893	1800	1,078	1,971	718	45,3	1,738	2	2	2
8	630	1	6.92	3-office building	2005 gearless 2:1	0,7	test system	3,7	4,8	40 A	27,62	1,951 C	0,893	1800	1,078	1,971	718	45,3	1,738	2	2	2
9	630	1	27.5	8-office building	2005 gearless 2:1	0,7	test system	3,7	4,8	40 A	27,62	1,951 C	0,893	1800	1,078	1,971	718	45,3	1,738	2	2	2
10	630	1	14.4	6-car park	2004 gearless 2:1	0,7	test system	5,5	7,5	112 C	16,59	1,395 E	2,6656	1152	1,126	3,792	344	70,3	6,583	1 C	1	1 C
11	630	1	11.63	5-residential building	2004 gearless 2:1	0,7	test system	5,5	7,5	112 C	16,59	1,395 E	2,6656	1152	1,126	3,792	344	70,3	6,583	1 C	1	1 C
12	630	1	11.63	5-residential building	2004 gearless 2:1	0,7	test system	5,5	7,5	112 C	16,59	1,395 E	2,6656	1152	1,126	3,792	344	70,3	6,583	1 C	1	1 C
13	630	1	11.82	4-office building	2002 worm gear	0,7	33171	6,7	3,4	59 B	19,68	1,781 B	1,4042	720	0,580	1,881	606	84,5	3,662	1 B	1	1 B
14	630	1	11.82	4-office building	1982 cage controlled	0,7	270926	6	6,3	94 B	38,81	1,824 D	2,115	5400	0,384	1,758	642	79,5	3,877	1 B	1	1 B
15	630	1,6	14.55	4-office building	2004 gearless 2:1 with recuperation	0,7	test system	7,5	15,8	248 D	15,11	0,577 B	5,58	8640	6,206	8,321	3037	25,4	2,446	3 D	3	3 D
16	750	1,6	25.1	10-residential building	2000 planetary gear	0,7	164577	9	7,2	109 B	43,3	0,774 B	2,25	8640	3,140	8,720	3183	64,0	1,602	3 C	3	3 C
17	800	1	15.59	5-office building	1992 cage controlled	0,7	115583	9,6	6,7	131 C	52,78	1,481 D	3,0783	1800	2,133	5,211	1802	59,1	3,619	2 C	2	2 C
18	800	1	15.5	6-residential building	2004 gearless 2:1	0,7	test system	9,7	4,9	60 B	28,67	0,780 B	1,41	1800	1,095	2,505	914	56,3	1,793	2 B	2	2 B
19	900	1,6	3.3	6-car park	1972 gearless 2:1	0,7	352973	17,7	15	228 D	79,95	2,335 E	5,13	7502	16,734	21,924	6002	23,4	3,048	3 B	3	3 B
20	900	2	7.6	4-car park	1998 worm gear	0,7	328867	18	16	400 E	28,78	1,338 D	10,81	3500	4,328	15,138	5525	71,4	4,672	3 E	3	3 E
21	1000	1	23.7	10-residential building	2001 planetary gear	0,7	42440	7	8,5	78 B	58,48	0,884 C	1,833	1800	1,555	3,398	1236	54,1	1,882	2	2	2
22	1200	2,6	37.8	11-hospital	1984 gearless 1:1 recuperation	0,7	670567	18,8	26	270 D	115,27	0,859 C	5,67	27000	28,818	34,488	12588	16,4	1,064	4 D	4	4 D
23	1500	2,5	68.1	22-office building	1972 Ward Leonard recuperation	0,7	339846	27	27,1	1700 D	221,1	0,759 B	35,7	27000	30,681	65,391	26229	53,8	1,639	4 E	4	4 E
24	1500	2,5	73.65	21-office building	2001 planetary gear	0,7	165577	27	19,3	308 D	170,53	0,541 A	0,83	15000	10,947	17,877	6523	35,8	0,883	3 C	3	3 C
25	1500	1	3	2-shopping centre	2004 gearless 2:1	0,7	211424	10,3	12,7	105 C	16,31	1,893 A	2,49	7200	1,370	3,869	1412	64,8	3,359	1 C	1	1 C
26	1500	1,4	12.35	5-industrial building	1984 hydraulics	0,7	test system	41	40	—	112,06	3,496 F	—	2520	15,732	13,732	5012	0,0	3,406	2 D	2	2 D
27	1800	1,6	35.44	10-hospital	2001 gearless 1:1 recuperation	0,7	650058	28	20	400 D	95,64	0,281 A	6,428	17280	37,154	24,708	5019	20,1	0,397	5 A	5	5 A
28	2000	1,6	34	10-hospital	1993 worm gear	0,7	312900	20,5	21,6	308 D	186,98	0,399 C	6,428	17280	37,154	24,708	5019	20,1	0,397	5 A	5	5 A
29	2000	1,6	34	10-hospital	2002 worm gear	0,7	118705	27	18	550 E	191,96	0,647 B	12,375	8600	11,176	23,551	1447	16,2	1,145	4 D	4	4 D
30	2200	2,5	34	11-car park	2001 gearless 1:1 recuperation	0,7	51276	34,4	19	890 F	71	0,332 A	20,69	27000	19,794	40,314	14715	51,0	0,679	4 C	4	4 C
31	2500	0,6	11.17	4-car lift	1995 hydraulics, pul/cylinder 1:1	0,7	37149	28	15,8	342 D	111,32	1,791 D	0,937	10300	3,794	11,801	4307	68,1	4,371	3 D	3	3 D
32	3000	2	42.9	12-office building	2003 planetary gear	0,7	157141	49	40	810 F	257,82	0,701 B	18,235	10800	22,717	40,942	1494	44,5	1,264	3 D	3	3 D
33	3200	0,5	8.9	3-industrial building	2000 hydraulics, pressure accumulator, pul/cylinder	1,2	48940	24	3,6	85 B	34,72	2,068	800	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*1) Simplified equations, thus the load factor can not be used for these systems. The travel energy consumption has to be determined by using the load spectrum shown in Table 2.

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften /
Acts, ordinances, administrative regulations

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 / Technical rules

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, Schnauserstrasse 16, Postfach, 8027 Zürich (CH)

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