

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Wirtschaftlichkeit
gebäudetechnischer Anlagen
Grundlagen und Kostenberechnung

VDI 2067

Blatt 1 / Part 1

Economic efficiency of building installations
Fundamentals and economic calculation

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	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	4	3 Terms and definitions	4
4 Formelzeichen	6	4 Symbols	6
5 Grundlagen	8	5 Principles	8
6 Voraussetzung für die Berechnung der Kosten.	10	6 Preconditions for cost calculation	10
6.1 Allgemeines	10	6.1 General	10
6.2 Umfang der Berechnung der Kosten	11	6.2 Scope of calculation of costs	11
6.3 Berücksichtigung der individuellen Besonderheiten des Objekts	11	6.3 Taking into account the object's individual features.	11
6.4 Bezugszeitraum der Kosten	11	6.4 Period of reference of the costs	11
6.5 Berechnung der Kosten als Vorausberechnung	11	6.5 Projected calculation of costs	11
6.6 Vergleichbarkeit der berechneten Kosten	11	6.6 Comparability of calculated costs.	11
6.7 Berechnung des Nutzen-Kosten- Verhältnisses bei Modernisierung	12	6.7 Calculation of the cost-benefit ratio in cases of modernization	12
6.8 Berechnungsdatum, Preis und Kostenstand	12	6.8 Calculation date, price, and cost level.	12
6.9 Berechnung der Kosten für zukünftige Zeitabschnitte	12	6.9 Calculation of costs for future periods of time.	12
6.10 Lebenszykluskosten	13	6.10 Life cycle costs	13
6.11 Umsatzsteuer	13	6.11 Value-added tax	13

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Elektrotechnik und Gebäudeautomation
VDI-Handbuch Aufzugstechnik
VDI-Handbuch Bautechnik – Gebäuderelevante Systeme
VDI-Handbuch Facility-Management
VDI-Handbuch Raumluftechnik
VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umwelttechnik
VDI-Handbuch Sanitärtechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

	Seite		Page
7 Ermittlung der Kosten	13	7 Determination of costs	13
7.1 Kapitalgebundene Kosten.	13	7.1 Capital-related costs	13
7.2 Bedarfsgebundene Kosten	15	7.2 Demand-related costs	15
7.3 Betriebsgebundene Kosten	16	7.3 Operation-related costs.	16
7.4 Sonstige Kosten.	16	7.4 Other costs	16
8 Wirtschaftlichkeitsberechnung nach der Annuitätsmethode	16	8 Calculation of economic efficiency using the annuity method	16
8.1 Kosten.	16	8.1 Costs	16
8.2 Erlöse	19	8.2 Proceeds	19
8.3 Annuität der Jahresgesamtzahlungen.	20	8.3 Annuity of total annual payments	20
Anhang A Tabellen	21	Annex A Tables	29
Anhang B Beispiel	37	Annex B Example.	37
Schrifttum	43	Bibliography	43

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 Erstellung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2067.

Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI 2067 hat sich seit Jahrzehnten bewährt und wird in der Praxis häufig und gerne angewendet. Die letzte Fassung der Richtlinie VDI 2067 Blatt 1 erschien mit Ausgabedatum September 2000.

Bei VDI-Richtlinien ist es üblich, die Gültigkeit und die Inhalte nach einigen Jahren zu überprüfen. Insofern handelt es sich bei der vorliegenden Richtlinie um eine Fortschreibung und Weiterentwicklung der Fassung aus dem Jahr 2000, die u. a. die Weiterentwicklung des Stands der Technik und die Umstellung von DM auf Euro berücksichtigt.

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 conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

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

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/2067.

Introduction

The series of guidelines VDI 2067 has been proving its worth for some decades now and professionals like to apply it in their everyday work. The last version of VDI 2067 Part 1 bore the publication date of September 2000.

It is the usual practice to check the applicability and the content of VDI Guidelines every few years. Consequently, the present guideline is continuing and developing the version from the year 2000. Among the new developments that this version takes into account are recent improvements in technology and the change in currency from DM to Euros.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie VDI 2067 behandelt die Berechnung der Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Sie gilt für alle Gebäudearten. Da die Berechnung des Energiebedarfs schrittweise erfolgt, ist die Richtlinie gegenwärtig gemäß Bild 1 in Abschnitt 5 gegliedert.

Das vorliegende Blatt 1 gibt einen Überblick über das Gesamtwerk VDI 2067. Die wesentlichen Grundlagen und Begriffe werden in diesem Blatt erläutert. Die zu den jeweiligen Berechnungen gehörigen Normen und Richtlinien sowie spezielle Begriffe werden in den einzelnen Blättern aufgeführt.

Weiterhin gilt Blatt 1 für die Berechnung der Kosten von gebäudetechnischen Anlagen. Die Ergebnisse dienen dem Vergleich unterschiedlicher Anlagenkonzepte. Sie stellen keine Prognosen für künftig zu erwartende Kosten dar.

1 Scope

The guideline VDI 2067 deals with calculating the economic efficiency of building installations. It is valid for all types of buildings. Since the calculation of energy consumption is carried on a step-by-step basis, the guideline's parts are presently structured as shown in Figure 1, Section 5 below.

The present Part 1 provides an overview of the entire corpus of texts making up VDI 2067. The essential basics and concepts are clarified herein. The standards and guidelines bearing on the respective calculations, as well as any concepts special to the areas dealt with, are listed in the respective other parts.

Part 1 also deals with the calculation of the costs of building installations. The results can be used to compare different installation concepts. They are not intended to be used to predict expected costs.

2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this guideline:

DIN 276 Kosten im Bauwesen (Building costs)

DIN 277 Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau (Areas and volumes of buildings)

VDI 2067 Blatt 10:2011-10 (Entwurf / Draft) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energiebedarf von Gebäuden für Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten (Economic efficiency of building installations; Energy demand for heating, cooling, humidification and dehumidification)

VDI 2067 Blatt 20:2000-08 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Nutzenübergabe bei Warmwasserheizungen (Economic efficiency of building installations; Energy effort of benefit transfer for water heating systems)

VDI 2067 Blatt 21:2003-05 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Nutzenübergabe; Raumluftechnik (Economic efficiency

of building installations; Energy effort of benefit transfer; HVAC systems)

VDI 2067 Blatt 22:2011-02 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Nutzenübergabe bei Anlagen zur Trinkwassererwärmung (Economic efficiency of building installations; Energy effort of benefit transfer for heating potable water)

VDI 2067 Blatt 30:2012-05 (Entwurf / Draft) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Verteilung (Economic efficiency of building installations; Energy effort for distribution)

VDI 2067 Blatt 40:2012-01 (Entwurf / Draft) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand für die Erzeugung (Economic efficiency of building services installations; Energy effort for heat generation)

VDI 6007 Blatt 1:2007-10 Berechnung des instationären thermischen Verhaltens von Räumen und Gebäuden; Raummodell (Calculation of transient thermal response of rooms and buildings; Modelling of rooms)

VDI 6025:1996-11 Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen (Economy calculation systems for capital goods and plants)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

Annuität

Regelmäßig wiederkehrende gleich hohe Zahlungen, üblicherweise die Jahresrate der Tilgung und Verzinsung einer Schuld.

Aufwand

Maß für den Einsatz, einen bestimmten Bedarf zu decken.

Anmerkung: Der Aufwand wird in der gleichen Einheit wie der →Bedarf angegeben.

Bedarf

Konkretisierter Wunsch nach Beschaffung bestimmter Mittel zur Befriedigung von Bedürfnissen unter definierten Randbedingungen.

Anmerkung 1: Der Bedarf kann quantitativ z.B. als Leistung oder Stoffstrom, auch als Energie- oder Stoffmenge für einen größeren Zeitraum angegeben werden.

Anmerkung 2: Der Bedarf kann nur durch Rechnung „konkretisiert“ werden.

Aufwandszahl (e)

Quotient aus Energieaufwand und Energiebedarf eines Teilbereichs.

Betätigen (Bedienen)

Alle Arbeiten, die durch das Bedienungspersonal für den reibungslosen Betrieb von Anlagen durchzuführen sind.

Anmerkung: Man unterscheidet Stellen der Anlagen (Ingangsetzen, Inganghalten, Stillsetzen), Überwachen des Betriebs, soweit dieses nicht in den Bereich der →Instandhaltung fällt, sowie Beheben von kleinen Störungen.

Betrachtungszeitraum

Rechengröße, auf die die Gesamtkosten annuiert werden.

Anmerkung 1: Er wird im Einvernehmen mit dem Auftraggeber festgelegt und dokumentiert und kann im Einzelfall z.B. zwischen drei und 50 Jahren liegen. Die rechnerische Nutzungsdauer wesentlicher Komponenten ist als geeignete Größenordnung anzusehen.

Anmerkung 2: Bei der Wahl des Betrachtungszeitraums können auch alternative Verfahren, z.B. stochastische Belastbarkeit, herangezogen werden.

Energieaufwand eines Teilsystems

Berechnete Jahressumme des Energieeinsatzes in einem Teilsystem, um den →Bedarf vorangehender Teilsysteme zu decken

Anmerkung 1: Der Energieaufwand der Nutzenübergabe Q_1 wird nach VDI 2067 Blatt 20 und Blatt 21 berechnet; zu decken ist der Referenzenergiebedarf eines Raumes.

Anmerkung 2: Der Energieaufwand der Verteilung Q_2 wird nach VDI 2067 Blatt 30 berechnet; zu decken ist der Energiebedarf aller Übergabestellen.

Anmerkung 3: Der Energieaufwand der Erzeugung Q_3 wird nach VDI 2067 Blatt 40 berechnet; zu decken ist der Energiebedarf der

3 Terms and definitions

For the purposes of this guideline, the following terms and definitions apply:

Annuity

Repeated payments of equal amount; usually the annual instalments required to pay off the principal and interest on a debt.

Effort

A measure for the effort deployed for covering a specific demand.

Note: Effort is expressed in the same unit as →demand.

Demand

Specific request for the supply of specific means to the satisfaction of needs under certain defined determining conditions.

Note 1: Demand can be stated in quantitative terms – for example, as a wattage or material flow, or as a specific quantity of energy or materials – for a substantially lengthy period of time.

Note 2: Demand can only be detailed by means of a calculation.

Effort figure (e)

Quotient derived from the energy effort and the energy demand of one of the constitutive sub-areas.

Operation

All activities which are to be carried out by the operating personnel in order to ensure a smooth functioning of the installations.

Note: A distinction is drawn here between controlling the installations (start-up, run, shutdown), monitoring or supervising the operation (insofar as this does not belong in the realm of →maintenance), and minor troubleshooting.

Observation period

Time period with reference to which the total costs are annuitized.

Note 1: The observation period is set and documented in agreement with the client and can, in cases, vary between three and 50 years. The depreciation period of essential components can be used as an appropriate calculation magnitude.

Note 2: Alternative methods, such as stochastic stress capacity, can be used in the selection of the observation period.

Energy effort of a subsystem

Calculated annual sum of the energy used in a subsystem in order to cover the →demand of upstream subsystems.

Note 1: The energy effort of utility transfer Q_1 is calculated according to VDI 2067 Part 20 and Part 21; the reference energy demand to be covered is that of one room.

Note 2: The energy effort of distribution Q_2 is calculated according to VDI 2067 Part 30; the energy demand to be covered is that of all transfer points.

Note 3: The energy effort of generation Q_3 is calculated according to VDI 2067 Part 40; the energy demand to be covered is that of the

Verteilung abzüglich einer Drittwärmezufuhr. Der Aufwand Q_3 ist zugleich der des Gesamtsystems.

Erlöse

Rechnerische Werte, die für Güter, Leistungen oder Aufwendungen eingenommen werden.

Erneuerung

Ersatzinvestition, die aus Altersgründen, aufgrund eines Schadens oder des technischen Fortschritts erforderlich ist.

Anmerkung 1: Hierbei sind die Erneuerungen üblicherweise auf das gesamte Wirtschaftsgut zu beziehen. Nur solche Aufwendungen, die im Hinblick auf das gesamte alte Wirtschaftsgut wesentlich sind, führen zu aktivierungsfähigen Erneuerungen. Bei Teilerneuerungen sind die späteren Aufwendungen für die Erneuerung der Restanlage zu berücksichtigen.

Anmerkung 2: Die Erneuerung ist zu unterscheiden von der →Instandsetzung, bei der es sich um die laufende Erhaltung der Betriebsbereitschaft handelt.

Ersatzinvestition

Investition, durch die vorhandene Investitionsgüter ersetzt werden.

Gebäudeenergiebedarf ($Q_{0,G}$)

Jahressumme der einem Gebäude zu- bzw. abzuführenden Energieströme, die notwendig ist, um einen Grundnutzen zu gewährleisten.

Anmerkung: Sie soll zum Vergleich verschiedener Gebäudekonzepte dienen. Berechnet wird der Wert mit dem Rechenverfahren nach VDI 6007 Blatt 1 mit den Randbedingungen nach VDI 2067 Blatt 10.

Inspektion

Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustands einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung.

Instandhaltung

Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung des funktionsfähigen Zustands einer Einheit dient.

Instandsetzung

Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand.

Anmerkung: Verbesserungen sind ausgenommen.

Kosten

Rechnerische Werte, die für Güter, Dienstleistungen oder Aufwendungen während einer Periode gezahlt werden müssen.

Lebenszyklus

Zeitspanne vom Beginn bis zum Ende der Existenz des betrachteten Objekts oder Systems.

distribution minus a third-party heat supply. The input Q_3 equals that of the entire system.

Proceeds

Calculated revenues from the sale of goods, services, or in recompense for costs incurred.

Replacement

Investment which becomes necessary as a result of the ageing of existing installations, of damage, or of technological progress.

Note 1: Replacements are, as a rule, to be related to the entire asset. Only those efforts which are significant in respect of the entire body of old assets lead to replacements that can be activated. In the case of partial replacements, the later efforts for replacing the rest of the installations must also be taken into account.

Note 2: Replacement is to be distinguished from →repair; this latter designates merely the ongoing preservation of an operational state.

Replacement investment

Investment made in order to replace existing capital goods.

Building energy demand ($Q_{0,G}$)

Annual sum of those energy flows towards or from a building which is required in order to ensure a basic set of functions.

Note: This value is designed to compare different building concepts. It is calculated using the method described in VDI 6007 Part 1, following the constraints described in VDI 2067 Part 10.

Inspection

Measures taken to establish and evaluate the actual condition of a specific unit under review, including the determination of the reasons for wear and the deduction of the necessary consequences as regards its future use.

Maintenance

Combination of all technical, administrative, and management measures which serve the purpose of maintaining or re-establishing the fully-functional state of a unit.

Repair

Measures to restore a unit under review to a fully-functional state.

Note: This does not include improvements.

Costs

Mathematical values which must be paid, during a specific period, for goods, services or other forms of effort.

Life cycle

The span of time from the beginning to the end of the existence of the object or system under review.

Anmerkung: Der Lebenszyklus kann sich in die Phasen Initiierung, Planung, Entwicklung und Herstellung, Nutzung bzw. Betrieb und Abbruch und Entsorgung aufteilen.

Rechnerische Nutzungsdauer (T_N)

Der Rechnung zugrunde gelegte Zeitraum der Nutzung einer Komponente.

Anmerkung 1: Sie muss hierbei nicht der technischen Lebensdauer entsprechen. Sie kann deutlich kürzer als die Lebensdauer sein, wenn neue Entwicklungen wirtschaftlichere Lösungen am Markt bieten und daher die Komponente sinnvollerweise ausgetauscht wird. Gleiches gilt, wenn sich die rechtlichen Rahmenbedingungen oder der Stand der Technik ändern.

Anmerkung 2: Die rechnerische Nutzungsdauer stellt einen Erfahrungswert dar und beginnt mit der erstmaligen Inbetriebnahme der Anlage. Die tatsächliche Nutzungsdauer kann davon nach oben und unten abweichen. Die rechnerische Nutzungsdauer ist beendet, wenn Reparatur und Instandsetzung sowie die Kosten für die Erneuerung einzelner Anlagenteile einen so hohen Aufwand erfordern, dass dieser in keinem vertretbaren Verhältnis mehr zu einer Neuanschaffung steht.

Referenzenergiebedarf ($Q_{0,N}$)

Jahressumme der dem Gebäude zu- bzw. abzuführenden Energieströme zur Erfüllung der Raumkonditionsanforderungen unter Berücksichtigung des individuellen Nutzens, berechnet mit dem Rechenverfahren nach VDI 6007 Blatt 1 mit den Randbedingungen nach VDI 2067 Blatt 10.

Note: The life cycle can be divided into the following phases: initiation; planning; development and manufacture; use or operation; discontinuation of operation and disposal.

Depreciation period (T_N)

The period use of a component in which the calculations are being based.

Note 1: This need not necessarily correspond to the technical service life. It can be significantly shorter if new developments offer more economically efficient solutions on the market, so that it makes more sense for the component in question to be replaced. The same applies if changes occur in the legal framework or in the state of the art.

Note 2: The depreciation period value is an empirical figure; the period begins with the commissioning of the installation. The actual service life may be shorter or longer. The depreciation period ends at the point when repairs and overhauls, as well as replacement of individual units require an effort that is out of reasonable proportion to the purchase price of a new installation.

Reference energy demand ($Q_{0,N}$)

Annual sum of those energy flows towards or from a building which are required to fulfil the room condition requirements, given the individual building usage, and calculated using the method described in VDI 6007 Part 1, following the constraints described in VDI 2067 Part 10.

4 Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Formelzeichen verwendet:

Formelzeichen	Benennung	Einheit
a	Annuitätsfaktor	–
A_0	Investitionsbetrag	€
$A_1 \dots A_n$	Barwert der ersten, zweiten, ..., n -ten Ersatzbeschaffung	€
A_{B1}	betriebsgebundene Kosten im ersten Jahr für Bedienung	€
A_{IN}	betriebsgebundene Kosten im ersten Jahr für Instandhaltung	€
$A_{N,B}$	Annuität der betriebsgebundenen Kosten	€
$A_{N,E}$	Annuität der Erlöse	€
$A_{N,K}$	Annuität der kapitalgebundenen Kosten	€
$A_{N,S}$	Annuität der sonstigen Kosten	€
$A_{N,V}$	Annuität der bedarfsgebundenen Kosten	€

4 Symbols

The following symbols are used throughout this guideline:

Symbol	Term	Unit
a	annuity factor	–
A_0	investment amount	€
$A_1 \dots A_n$	cash value of the first, second, ..., n^{th} procured replacement	€
A_{B1}	first-year operation-related costs for operation	€
A_{IN}	first-year operation-related costs for maintenance	€
$A_{N,B}$	annuity of the operation-related costs	€
$A_{N,E}$	annuity of proceeds	€
$A_{N,K}$	annuity of capital-related costs	€
$A_{N,S}$	annuity of miscellaneous costs	€
$A_{N,V}$	annuity of consumption-related costs	€

Formelzeichen	Benennung	Einheit
A_{S1}	sonstige Kosten im ersten Jahr	€
A_{V1}	bedarfsgebundene Kosten im ersten Jahr	€
b_B	preisdynamischer Barwertfaktor für betriebsgebundene Kosten	–
b_E	preisdynamischer Barwertfaktor für Erlöse	–
b_{IN}	preisdynamischer Barwertfaktor für Instandhaltung	–
b_K	preisdynamischer Barwertfaktor für Kapitalkosten	–
b_S	preisdynamischer Barwertfaktor für sonstigen Kosten	–
b_V	preisdynamischer Barwertfaktor für bedarfsgebundene Kosten	–
E_1	Erlöse im ersten Jahr	€
f_{Inst}	Aufwand für die jährliche Instandsetzung als Prozentsatz der Erstinvestition	%
f_{w+Insp}	Aufwand für die jährliche Wartung und Inspektion als Prozentsatz der Erstinvestition	%
n	Anzahl der Ersatzbeschaffungen innerhalb des Betrachtungszeitraums	–
r	Preisänderungsfaktor (ist vorzugeben)	–
R_W	Restwert	€
T	Zahl der Jahre des Betrachtungszeitraums	–
T_N	Zahl der Jahre der rechnerischen Nutzungsdauer	–
q	Zinsfaktor	–
$Q_{0,N}$	Referenzenergiebedarf	kWh/a
$Q_{0,G}$	Gebäudeenergiebedarf	kWh/a
Q_1	Energieaufwand der Nutzenübergabe	kWh/a
Q_2	Energieaufwand der Verteilung	kWh/a
Q_3	Energieaufwand der Erzeugung	kWh/a

Symbol	Term	Unit
A_{S1}	miscellaneous costs in the first year	€
A_{V1}	consumption-related costs in the first year	€
b_B	price-dynamic cash value factor for operation-related costs	–
b_E	price-dynamic cash value factor for proceeds	–
b_{IN}	price-dynamic cash value factor for maintenance	–
b_K	price-dynamic cash value factor for capital costs	–
b_S	price-dynamic cash value factor for miscellaneous costs	–
b_V	price-dynamic cash value factor for consumption-related costs	–
E_1	proceeds in first year	€
f_{Inst}	effort for annual repairs as percentage of initial investment	%
f_{w+Insp}	effort for annual maintenance and inspection as percentage of initial investment	%
n	number of replacements procured within the observation period	–
r	price change factor (to be specified beforehand)	–
R_W	residual value	€
T	number of years of the observation period	–
T_N	number of years of the depreciation period	–
q	interest-rate factor	–
$Q_{0,N}$	reference energy demand	kWh/a
$Q_{0,G}$	energy demand of the building	kWh/a
Q_1	energy effort of utility transfer	kWh/a
Q_2	energy effort of distribution	kWh/a
Q_3	energy effort of generation	kWh/a

5 Grundlagen

Die Richtlinienreihe VDI 2067 ist gemäß Bild 1 gegliedert.

Das vorgelegte Konzept der VDI 2067 geht den Weg der Bedarfsentwicklung vom Gebäude mit der vorgesehenen Nutzung und den sich hieraus sowie aus dem Klima ergebenden Lasten über die Nutzenübergabe (von Wärme, Kälte, aufbereiteter Luft u.a.) und die Verteilung hin zum Erzeugungssystem für Wärme und Kälte. Da alle diese Systembereiche – Nutzenübergabe, Verteilung, Erzeugung – nicht ideal realisierbar sind, entsteht in ihnen jeweils ein zusätzlicher Energieaufwand. Zusammen mit dem für das Gebäude und seine Nutzung typischen Referenzenergiebedarf ergibt dies den Gesamtenergiebedarf, der beim Erzeugungssystem auftritt. Bild 2 zeigt die Bedarfsentwicklung in Gebäuden.

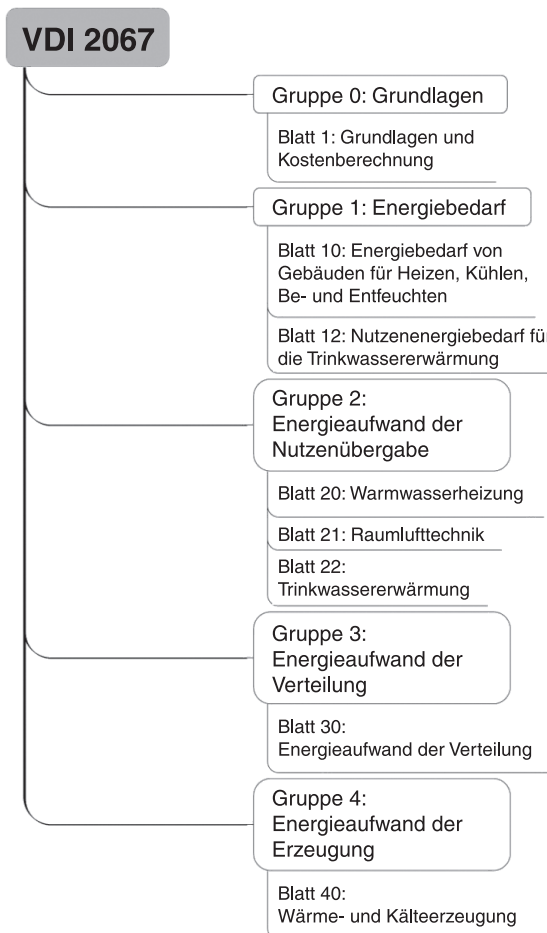


Bild 1. Struktur der Richtlinienreihe VDI 2067

Dieser Gedankengang bestimmt auch die Struktur und Gliederung der VDI 2067:

Gruppe 1

VDI 2067 Blatt 10 enthält die Beschreibung für die Berechnung des Gebäude- und Referenzenergiebedarfs von beheizten und klimatisierten Gebäuden.

5 Principles

The VDI 2067 guideline series is structured as shown in Figure 1.

The concept of the present VDI 2067 describes the path of demand development from the building with its planned use and the various loads arising from this use as well as from the climate, through utility transfer (including heat, cold, conditioned air) and distribution, right down to the generation system for heat and cold. Since none of these system areas – utility transfer, distribution, generation – is realizable in ideal form, each of them requires an additional input of energy. This adds up, together with the typical reference energy demand for the building and its use, to the total energy demand, which arises at the level of the generation system. Figure 2 shows the demand development in buildings.

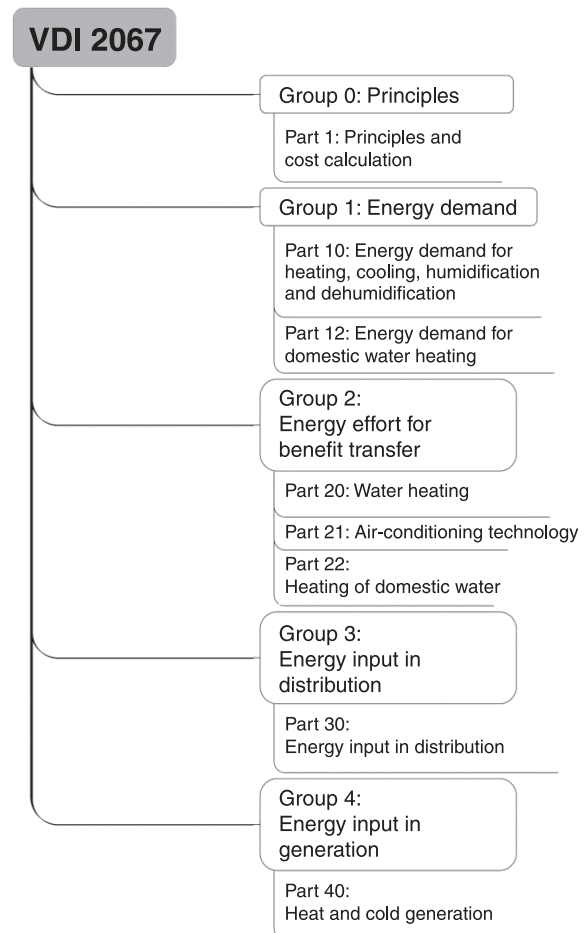


Figure 1. Structure of the series of guidelines VDI 2067

This line of thought determines also the structure and layout of VDI 2067:

Group 1

VDI 2067 Part 10 contains the description required for calculating the building energy demand and reference energy demand of heated and air-conditioned

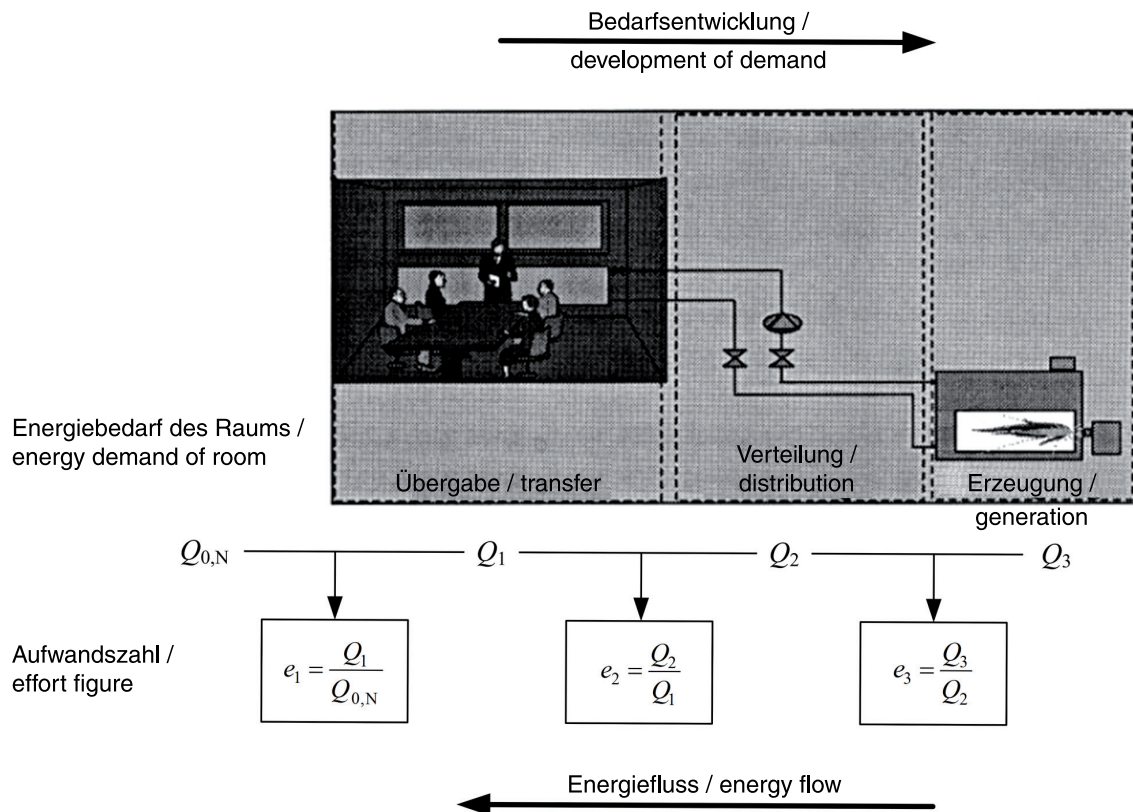


Bild 2. Systematik der Bedarfsentwicklung

Figure 2. Overview scheme of demand development

Die Richtlinienreihe VDI 6007 enthält den zugehörigen Rechenkern.

Mit VDI 2067 Blatt 10 wird zuerst ein reiner Gebäudeenergiebedarf $Q_{0,G}$ berechnet, der mit einem festgelegten Grundnutzen allein der Bewertung von verschiedenen Gebäudekonzepten dienen soll. Hauptinhalt von VDI 2067 Blatt 10 ist sodann die Berechnung des Referenzenergiebedarfs $Q_{0,N}$, bei dem die individuellen Randbedingungen, z.B. die Anforderungen an die Raumsolltemperaturen, die Mindestaußenluftmengen und die geplanten Innenlastprofile, berücksichtigt werden. Der Referenzenergiebedarf ist die Jahressumme der dem Gebäude zu- bzw. abzuführenden Energieströme für die Funktionen Heizen, Kühlen, Entfeuchten, Befeuchten und Lüften zur Erfüllung der Raumkonditionsanforderungen unter Berücksichtigung des individuellen Nutzens. Analoges gilt für den Referenzenergiebedarf für warmes Trinkwasser, wie er in VDI 2067 Blatt 12 beschrieben wird, der für die festgelegten Nutzenanforderungen aufzubringen ist. Der Referenzenergiebedarf dient als Referenz für den Energieaufwand bei der Nutzenübergabe.

Gruppe 2

In den Blättern der Gruppe 2 wird beschrieben, wie der Energieaufwand Q_1 der jeweiligen Anlagensysteme für die Nutzenübergabe berechnet wird, der not-

wendig ist, um den Referenzenergiebedarf zu decken.

VDI 2067 Part 10 helps to calculate, firstly, a pure and simple building energy demand value $Q_{0,G}$, which has a fixed basic set of functions and is designed for the evaluation of different building concepts. Besides this, the main content of VDI 2067 Part 10 consists in the calculation of the reference energy demand $Q_{0,N}$, which involves taking into account the individual constraints, e.g. requirements in respect of ideal room temperatures, minimum fresh-air quantities, and profiles of planned internal load. The reference energy demand is the annual sum of those energy flows to or from a building for the functions heating, cooling, dehumidification, humidification, and ventilation, with a view to fulfilling the requirements as regards room conditions while taking account of the individual use. The same applies for the reference energy demand for hot domestic water as described in VDI 2067 Part 12, needed to fulfil the defined usage requirements. The reference energy demand serves as reference for the energy effort at the utility transfer.

Group 2

The parts belonging to Group 2 describe how to calculate the energy effort Q_1 of the respective installation systems for the utility transfer which is necessary

wendig ist, um die festgelegten Anforderungen, gemäß VDI 2067 Blatt 10, einzuhalten. Der Energieaufwand für die Nutzenübergabe enthält den Aufwand der Anlagentechnik für die Wärme-, Kälte-, Wasser- oder Luftübergabe einschließlich Regelung. Je nach Anlagentechnik sind die Q_1 -Werte getrennt für Heizen, Kühlen, Strom usw. zu ermitteln. Die Nutzenübergabegrenze zum Bereich Verteilung ist immer die Oberfläche eines Apparats, an der ein bestimmter „Nutzen“ übertragen wird (z.B. Heizkörper, Wärmeaustauscher, Erhitzer, Kühler).

Gruppe 3

VDI 2067 Blatt 30 beschreibt die Berechnung des Energieaufwands Q_2 für die Verteilung. Hierbei wird zwischen dem Energieaufwand für die thermischen Aufwände der Leitungssysteme und dem für die hydraulischen Widerstände der Leitungssysteme unterschieden.

Gruppe 4

VDI 2067 Blatt 40 beschreibt die Berechnung des Energieaufwands Q_3 für die gebäudeeigene Energieerzeugung oder -versorgung (gemeint ist hierbei z.B. der Energiewandlungsprozess von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen sowie von Strom in Wärme oder Kälte) exemplarisch für häufig vorkommende Systeme.

6 Voraussetzung für die Berechnung der Kosten

6.1 Allgemeines

Die Berechnungen nach der Richtlinienreihe VDI 2067 mit den darin enthaltenen tabellierten Rechenwerten stellen das Ergebnis einer Übereinkunft der an der Ausarbeitung dieser Richtlinie Beteiligten aufgrund ihrer Kenntnisse und Erfahrungen dar.

Werden diese Berechnungen in juristischen Streitfällen angewendet, ist zu berücksichtigen, dass wesentliche Abweichungen zwischen bedarfsabhängigen Werten, wie sie nach der Richtlinienreihe VDI 2067 berechnet werden, und Werten, die aus Verbrauchsmessungen stammen, auftreten können. Alle den jeweiligen Berechnungen zugrunde gelegten Annahmen sind zu dokumentieren.

Zur Wirtschaftlichkeitsberechnung wird in dieser Richtlinie die Annuitätsmethode (siehe Abschnitt 8) angewandt, für die ein Betrachtungszeitraum zu wählen ist. Dieser sollte überschaubar sein: Je länger er angenommen wird, desto stärker wirken sich die Preissteigerungsansätze auf das Ergebnis aus. Falls nichts anderes festgelegt wird, sind die in Tabelle 1 aufgelisteten Betrachtungszeiträume anzusetzen.

in order to comply with the set requirements as per VDI 2067 Part 10. The energy effort for the utility transfer contains the effort of installation technology for heat, cold, water, or air transfer including the control systems. Depending on the specific installation technology, the Q_1 values are to be established separately for heating, cooling, electricity, etc. The boundary of utility transfer into the area of distribution is always the surface of an apparatus used for transferring a certain utility (e.g. radiator, heat exchanger, boiler, cooler).

Group 3

VDI 2067 Part 30 describes the calculation of the energy effort Q_2 for the distribution. This involves distinguishing between the energy efforts for the thermal efforts of the pipe systems on the one hand and for their hydraulic resistances on the other.

Group 4

VDI 2067 Part 40 describes the calculation of the energy effort Q_3 for the building's energy generation and energy supply (e.g., those processes of energy transformation of solid, liquid or gaseous combustibles, and of electricity, into heat or cold), giving examples from widespread system types.

6 Preconditions for cost calculation

6.1 General

The calculations according to this series of guidelines VDI 2067 and the calculative values and indices given in these guidelines' tables are the result of the joint work by the parties involved in authoring the guideline on the basis of their knowledge and experience.

In the case where these calculations come to be cited in the course of disagreements, it should be borne in mind that significant deviations may occur between the demand-dependent values calculated according to the series of guidelines VDI 2067 and the readings from consumption meterings. All assumptions on which the respective calculations are based are to be documented.

In this guideline the annuity method (see Section 8) is used for calculating the economic efficiency. For the application of this method, an observation period needs to be chosen. The period in question should be of a manageable length; the longer the period, the greater the effect that estimations of probable price increases are going to have on the result. If nothing to the contrary is specifically agreed, use the observation periods listed in Table 1.

Tabelle 1. Betrachtungszeiträume für Teilsysteme

Teilsystem	Betrachtungszeitraum in Jahren (Empfehlung)
Heizung	20
Lüftungs- und Klimaanlage	15
Aufzüge	15
Förderanlagen	20
Dach, Wand, Fassade	50
Sanitär	20
Schwachstromanlagen	15
Starkstromanlagen	20
MSR-Technik	15

Table 1. Observation periods for subsystems

Subsystem	Observation period in years (recommended)
Heating	20
Ventilation and air conditioning	15
Lifts	15
Conveying systems	20
Roof, wall, façade	50
Sanitary installations	20
Low-voltage electrical installations	15
High-voltage electrical installations	20
Measurement and control technology	15

6.2 Umfang der Berechnung der Kosten

Zur Beurteilung der Gesamtkosten ist prinzipiell die Summe aller Kostenarten herauszuziehen. Je nach Vereinbarung können einzelne Kostenarten getrennt ausgewiesen werden (z.B. Heizkosten: Summe der bedarfs- und betriebsgebundenen sowie der sonstigen Kosten).

6.2 Scope of calculation of costs

The assessment of the total costs is, in principle, to be based on the sum of all types of individual costs. Depending upon the specific arrangement made, individual cost types may be reported separately (e.g. heating costs: sum of the demand-related and operation-related costs as well as other costs).

6.3 Berücksichtigung der individuellen Besonderheiten des Objekts

Wenn sich die Berechnung der Kosten außer auf Raumheizung auch auf Raumluftechnik, Warmwasserversorgung und Wirtschaftswärme erstreckt, sind auch diese Anlagen in die Gesamtbetrachtung einzu-beziehen. Nach Vereinbarung mit dem Auftraggeber kann die Kostenermittlung nach Anlagenart getrennt (Raumheizung, Raumluftechnik usw.), gegebenenfalls für Kombination einiger Anlagenarten, durchgeführt werden.

6.3 Taking into account the object's individual features

If the cost calculation applies, besides to room heating, also to air conditioning technology, hot-water supply and heat required for commercial operations, these installations are likewise to be included in the total observation. On agreement with the client, the cost calculation can be carried out separately for each type of installation (room heating, conditioning, etc.) or, where required, for combinations of several types.

6.4 Bezugszeitraum der Kosten

Die Kosten werden üblicherweise auf einen Zeitraum von zwölf Monaten bezogen.

6.4 Period of reference of the costs

Costs are normally referred to a period of twelve months.

6.5 Berechnung der Kosten als Vorausberechnung

Für die Vorausberechnung der Kosten ist festzulegen und zu dokumentieren, welche Ausstattung und Anlagenvarianten zugrunde gelegt werden.

6.5 Projected calculation of costs

For the costs projection, it must be established and documented which sets of equipment and which installation variants this is to be based upon.

6.6 Vergleichbarkeit der berechneten Kosten

Die Gesamtkosten verschiedener Systeme mit gleicher oder unterschiedlicher Energieart können nur dann miteinander verglichen werden, wenn die Berechnungen unter Einhaltung aller für den betreffen-

6.6 Comparability of calculated costs

The total costs of different systems using the same, or different, forms of energy can only be compared with one another if the calculations consider all instructions that have been given in the series of guidelines

den Fall zu berücksichtigenden Hinweise der Richtlinienreihe VDI 2067 durchgeführt werden. Dieses gilt insbesondere für die Erfüllung gleicher Anforderungen.

6.7 Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses bei Modernisierung

Bauliche Ausführung, Nutzungsart und Betriebsweise der Objekte, Wärme- bzw. Kältebedarf sowie technische Ausführung der gebäudetechnischen Anlagen sollen einen gleichwertigen technischen und betrieblichen Standard aufweisen. Wenn im Ausnahmefall Abweichungen bezüglich Ausstattung und Komfort, das heißt abweichende Anforderungen, vorliegen, ist hierauf ausdrücklich hinzuweisen.

6.8 Berechnungsdatum, Preis und Kostenstand

Zu Beginn jeder Kostenberechnung sind das Berechnungsdatum sowie Preis und Kostenstand mit zugehörigen Bezugsdaten anzugeben. In der Regel wird eine Kostenanalyse auf den Preis- und Kostenstand zum Zeitpunkt der Betrachtung aufgebaut.

Erfahrungsgemäß entwickeln sich die einzelnen Kostenanteile über die Jahre unterschiedlich. Deswegen können Gesamt-Jahreskosten aus früheren Jahren nicht mit einem Pauschalfaktor korrigiert werden. Die Korrektur ist nach Kostenarten getrennt durchzuführen.

6.9 Berechnung der Kosten für zukünftige Zeitabschnitte

Die Berechnung der Kosten kann auch auf einen in der Zukunft liegenden Zeitabschnitt mit den dann zu erwartenden Kostenanteilen bezogen werden (dynamische Kostenberechnung).

Die Zins- und Preisentwicklung ist zu vereinbaren. Sofern vom Auftraggeber keine Änderungsraten vorgegeben werden, können z. B. die langjährigen statistischen Preisindizes des statistischen Bundesamts verwendet werden. Andere Änderungsraten können zu spekulativen Ergebnissen führen. Die Festlegung von unzutreffenden Änderungsraten birgt die Gefahr, dass es aufgrund des Ergebnisses zu falschen Entscheidungen kommt.

Für eine dynamische Vorausberechnung der Kosten von gebäudetechnischen und baulichen Maßnahmen sind in der Regel unterschiedliche Änderungsraten anzusetzen, und zwar für:

- Investitionskosten
- Instandhaltungskosten
- Personalkosten
- Energiekosten

VDI 2067 for the respective case. This applies particularly if the requirements to be satisfied are the same.

6.7 Calculation of the cost-benefit ratio in cases of modernization

The structural design of the buildings concerned, their usage and operation type, their demand in terms of heat and cooling, as well as the technical design of their installations should all display an equivalent technical and operational standard. If, by exception, feature or comfort deviations apply, i.e. deviant requirements, explicit reference must be made to this fact.

6.8 Calculation date, price, and cost level

At the beginning of every cost calculation, the calculation date, along with price and current cost level, together with their reference dates, are to be put down. As a rule, a cost analysis is built up on the price and cost level applying at the time of review.

Experience has shown that the individual cost component tend to develop differently over the years. For this reason, it is not possible to correct total annual costs from previous years by applying one single factor. Rather, any such correction needs to be effected in a manner which distinguishes between types of cost.

6.9 Calculation of costs for future periods of time

The cost calculation can also be related to a future period of time with the cost components expected for then (dynamic cost calculation).

The interest and price developments must be agreed upon. If no change rates are specified by the client, it is permissible to use, for example, the long-term statistical price indexes published by the Federal German Office of Statistics. The use of other change rates may give speculative results. If inaccurate change rates are used, there is a risk that incorrect decisions may be made on the basis of the results.

As a rule, a dynamic cost projection of technological and construction measures requires using different change rates for each of the following:

- investment costs
- maintenance costs
- staff costs
- energy costs

Weitergehende Kostenberechnungsverfahren werden in der Richtlinie VDI 6025 behandelt.

Further cost calculation methods are discussed in the guideline VDI 6025.

6.10 Lebenszykluskosten

Die Berechnung der Kosten für zukünftige Zeitschnitte kann sich auch auf die gesamte Lebensdauer einer gebäudetechnischen Anlage oder eines Objekts beziehen. Bei der Berechnung der Kosten sind die vorstehenden Grundsätze zu beachten. Zusätzlich sind zu berücksichtigen:

- Re-Investitionen für vorzeitig abgängige Subsysteme
- Rückbau, Abbruch, Entsorgung

Die anzusetzende Nutzungsdauer für gebäudetechnische Anlagen bzw. für Subsysteme ist Anhang A, Tabelle A2 zu entnehmen. Anzusetzende Nutzungsdauern für Gebäude sind zu vereinbaren und zu dokumentieren.

6.10 Life cycle costs

The calculation of costs for future periods of time can refer to the entire service life of a building installation or of a building. When calculating costs, the above principles must be observed. Additional aspects to be respected are:

- re-investments for subsystems that fall out of use before the planned date
- dismantling, demolition, disposal

The service lives to be assumed for building installations, or for subsystems can be found in Annex A, Table A2. The service lives assumed for buildings are to be agreed upon and documented.

6.11 Umsatzsteuer

Die Berechnung der Kosten erfolgt in der Regel ohne Umsatzsteuer. Auch die Angaben in den Tabellen der Anhänge beinhalten keine Umsatzsteuer. Die Umsatzsteuer ist in der Endkostenzusammenstellung gesondert auszuweisen.

6.11 Value-added tax

Cost calculation generally does not include VAT. The figures given in the Annex tables are also exclusive of VAT. In final cost synopsis, VAT is to be listed as a separate item.

7 Ermittlung der Kosten

Bei der Ermittlung der Kosten sind vier Kostengruppen zu berücksichtigen:

- kapitalgebundene Kosten (einschließlich Erneuerung)
- bedarfsgebundene Kosten
- betriebsgebundene Kosten (einschließlich Instandsetzung)
- sonstige Kosten (z.B. Versicherungen, Steuern)

Die wichtigsten Kostenarten der einzelnen Kostengruppen sind in Anhang A, Tabelle A1 zusammengestellt.

7 Determination of costs

In determining costs, four cost groups are to be taken into account:

- capital-related costs (including renovation)
- demand-related costs
- operation-related costs (including repairs)
- other costs (e.g. insurances, taxes)

The most important cost types within the individual cost groups are listed in Annex A, Table A1.

7.1 Kapitalgebundene Kosten

7.1.1 Allgemeines

Hierzu sind zuerst die Investitionen für betriebstechnische Anlagenteile und die zugehörigen Bauteile (siehe Anhang A, Tabelle A1), z.B. aus Kostenberechnungen oder Ausschreibungsunterlagen, zu ermitteln und entsprechend der Unterteilung der Anlagenteile nach Tabelle A2, Tabelle A3 und Tabelle A4 zusammenzustellen, um die dort genannten Werte für die rechnerische Nutzungsdauer und die Instandsetzungskosten anwenden zu können.

7.1 Capital-related costs

7.1.1 General

First, establish the investments for installation systems and their respective building components (see Annex A, Table A1). This information can be found, for example, in cost calculations or tender documents. Structure this information according to the individual installation parts outlined in Table A2, Table A3 and Table A4, so as to be able to apply the specified values for the depreciation period and repair costs.

Liegen über betriebs- und/oder bautechnische Anlagenteile keine genauen Angaben vor, können Investitionen von Anlagen, deren technische Ausstattung einen möglichst gleichwertigen Standard aufweist, übernommen werden.

7.1.2 Pauschalwerte für bauliche Anlagenteile

Soweit keine genauen Angaben oder, wie in Abschnitt 7.1.3 aufgeführt, Angaben von vergleichbaren Objekten über die zu den betriebstechnischen Anlagen gehörenden Baukosten vorliegen, reicht es im Rahmen der Richtlinienreihe VDI 2067 aus, diese überschlägig anhand von Kostenrichtwerten zu ermitteln.

Die Ermittlung des umbauten Raums für gebäudetechnische Anlagen ist nach DIN 277 vorzunehmen.

7.1.3 Ermittlung der Gebäudekosten

Für den umbauten Raum gebäudetechnischer Anlagen sind nur die nach DIN 276, Kostengruppe 300 ermittelten Baukosten anzusetzen.

7.1.4 Maßnahmen zum Schall- und Wärmeschutz

Die Kosten für besondere Schallschutzmaßnahmen sind zu berücksichtigen. Sie können aus technischen Anlagenteilen, wie Schalldämpfer und Schwingungsdämpfer, und aus baulichen Maßnahmen bestehen. Soweit Technikzentralen sich unter, über oder neben Aufenthaltsräumen befinden, sind die Kosten für die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz gegen eine unzumutbare Schall- und Wärmeübertragung in diese Aufenthaltsräume mit in die Berechnung einzubeziehen.

7.1.5 Kosten für freistehende Technikzentralen

Für freistehende Technikzentralen sind die Baukosten nach DIN 276 zu ermitteln und zusammen mit den Grundstückskosten zu bewerten.

7.1.6 Anschlusskostenbeiträge

Anschlusskostenbeiträge kommen in der Regel für Strom, Gas, Fernwärme und Fernkälte in Betracht. Die Preise hierfür sind von den Versorgungsunternehmen einzuholen.

7.1.7 Kosten für Übergabestationen

Sofern weitere Kosten bei Energiebezug (z.B. für Gasdruckreglerstationen, Trafostationen, Hausübergabestationen) auftreten, sind diese mitzubewerten.

If exact data do not exist about installation and/or structure related parts, you can use investment data from other installations with a comparable technical equipment standard.

7.1.2 Using standard values for structural installation parts

If neither exact data nor data from comparable buildings as described in Section 7.1.3 exist about construction costs pertaining to the building installations, it will be sufficient within the framework of the series of guidelines VDI 2067, to determine said costs in an approximate estimation using cost standards.

The determination of the converted space for building installations is to be undertaken in accordance with DIN 277.

7.1.3 Determination of building costs

For the walled-in space of building installations include only building costs determined according to DIN 276, cost group 300.

7.1.4 Noise protection and thermal insulation measures

Costs of special noise insulation measures have to be taken into account. These can consist of both technical installations, such as sound or vibration dampers, and building structural measures. If technical installation centrals are located below, above, or next to living or working rooms, the costs for the measures required to protect persons against an unacceptable degree of noise or heat transfer must also be included in the calculation.

7.1.5 Costs for detached installation centrals

For detached installation centrals the building costs are to be determined according to DIN 276 and evaluated together with the land costs.

7.1.6 Utility connection costs

Contributions to the costs of connection of electricity, gas, district heating, and district cooling utilities may have to be taken into account. Pricing information can be requested from the utility providers.

7.1.7 Costs for transfer stations

If additional energy supply related costs arise (e.g. for gas pressure regulation stations, transformer stations, house transfer stations), these are to be included in the evaluation.

7.2 Bedarfsgebundene Kosten

7.2.1 Energiekosten

Der Jahresenergiebedarf wird nach den entsprechenden Blättern dieser Richtlinienreihe ermittelt. Werden die einzelnen Bedarfsstellen aus einer gemeinsamen Zentrale versorgt, sind sie zusammenzuzählen. Erfolgt die Versorgung dezentral, kann eine nach Bedarfsstellen aufgeteilte Berechnung der Brennstoff- bzw. Energiekosten durchgeführt werden. Dies gilt besonders dann, wenn die einzelnen Bedarfsstellen mit unterschiedlicher Energie oder mit der gleichen Energie, jedoch nach unterschiedlichen Tarifen versorgt werden.

Mit dem Jahresenergiebedarf (Endenergie) kann auch der Primärenergieaufwand berechnet werden.

7.2.1.1 Brennstoff- und Energiepreise

7.2.1.1.1 Nicht leitungsgebundene (feste und flüssige) Brennstoffe

Die Brennstoff- und Energiepreise sind für den jeweiligen Standort des zu untersuchenden Objekts einzusetzen. Hierbei sind die Kosten für das Einbringen in das Brennstofflager bzw. in den Brennstofflagerbehälter mit zu berücksichtigen. Soweit nur eine Teilbevorratung des Jahresbrennstoffbedarfs möglich ist, muss der zumeist unterschiedlich hohe Brennstoffpreis der Einzellieferungen entsprechend bewertet werden. Zusätzlich sind hierbei die Zinskosten für die eingelagerten Brennstoffe anzurechnen.

7.2.1.1.2 Leitungsgebundene Energien oder Energieträger (Strom, Brenngas)

Soweit bei leitungsgebundenen Energien in den Lieferbedingungen keine Angaben über die Aufteilung des Grundpreises (z.B. für Raumheizung, Warmwasserversorgung und Kochen) enthalten sind, ist der Grundpreis, sofern keine behördlichen Bestimmungen oder Festlegungen das Abrechnungsverfahren regeln, nach Möglichkeit kostenecht anzusetzen.

Üblicherweise wird bei leitungsgebundener Energie eine Aufteilung in Leistungs- und Arbeitspreis vorgenommen. Einzelheiten sind beim jeweiligen Energieversorgungsunternehmen zu erfragen.

Bei leitungsgebundener Energieversorgung wird neben dem Grund- und dem Arbeitspreis meist auch ein Messpreis für die Verbrauchserfassung erhoben.

Zwischen Versorgungsunternehmen und Abnehmer wird in der Regel eine vertragliche Vereinbarung getroffen, in der insbesondere die Höhe des Leistungsbezugs geregelt ist.

7.2 Demand-related costs

7.2.1 Energy costs

The annual energy demand is calculated according to the corresponding parts of this series of guidelines. If the individual demand points are supplied from a common central facility, they are to be counted as one. If supply is decentralized, then the calculation of fuel or energy costs can be carried out separately for different demand points. This applies most particularly if the demand points receive different types of energy or the same energy at different price rates.

The annual energy demand (final energy) can also serve to calculate the primary energy effort.

7.2.1.1 Fuel and energy prices

7.2.1.1.1 Non-grid-bound fuels (solid and liquid)

Fuel and energy prices must be related to the location of the property or object being investigated. They include costs of transporting the fuel into the storage area or tank. If fuel purchases cover only a part of one year's fuel demand, the fuel prices of the individual deliveries must be weighted accordingly. Interest incurred for the stored fuel value must also be added into the calculation.

7.2.1.1.2 Grid-bound energy types or energy carriers (electricity, fuel gas)

If the conditions of supply for grid-bound energies do not contain any information about base price components (e.g. base prices for room heating, hot water supply, and cooking) and there are no official regulations in place determining the billing method, the base price must be divided up so as to reflect the real costs as closely as possible.

Prices for grid-bound energy supply normally contain commodity and capacity price components. Details must be enquired from the energy provider concerned.

Besides these, there is mostly also a metering charge covering the expenses of consumption measurement.

As a rule, a contractual agreement is signed between the energy provider and the customer which regulates, in particular, the amount of power that is to be drawn on by the latter.

7.3 Betriebsgebundene Kosten

Zu den betriebsgebundenen Kosten gehören u.a. die Kosten für Instandhaltung und Bedienen der Anlagen. Unter Instandhaltung fallen die Kosten für Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Schwachstellenbeseitigung.

Die Kosten für das Bedienen und Instandhalten sind Tabelle A2, Tabelle A3 und Tabelle A4 zu entnehmen.

7.4 Sonstige Kosten

Hierunter fallen Kosten für Versicherungen, allgemeine Abgaben, noch nicht erfasste Steuern, anteilige Verwaltungskosten sowie Gewinne, sofern sie vom Wärmelieferer eingerechnet werden können; siehe auch Tabelle A1.

8 Wirtschaftlichkeitsberechnung nach der Annuitätsmethode

Die Wirtschaftlichkeit von Investitionen kann mit verschiedenen Methoden ermittelt werden, z.B. auf Basis des Kapitalwerts, der Annuität, des internen Zinssatzes, der Amortisation oder eines vollständigen Finanzplans.

In der Richtlinienreihe VDI 2067 wird die Annuitätsmethode angewandt und erläutert.

Das Annuitätsverfahren gestattet es, einmalige Zahlungen/Investitionen und laufende Zahlungen mithilfe des Annuitätsfaktors a während eines Betrachtungszeitraums T zusammenzufassen.

8.1 Kosten

Die Kosten werden in einmalige Kosten und laufende Kosten unterteilt. So ergeben sich

- kapitalgebundene,
- bedarfsgebundene,
- betriebsgebundene und
- sonstige Kosten.

8.1.1 Kapitalgebundene Kosten

Der Betrachtungszeitraum T ist festzulegen und zu dokumentieren. Für die Anlagenkomponenten ist entsprechend der Restwert zu ermitteln. Bei längeren Betrachtungszeiträumen sind die Ersatzbeschaffungen zu berücksichtigen.

Die Annuität der kapitalgebundenen Kosten errechnet sich aus Gleichung (1):

$$A_{N,K} = (A_0 + A_1 + A_2 + \dots A_n - R_W) \cdot a \quad (1)$$

Dabei ist

$A_{N,K}$ Annuität der kapitalgebundenen Kosten
 A_0 Investitionsbetrag

7.3 Operation-related costs

The operation-related costs include, among others, the costs for maintenance and operation of the installations. Maintenance includes costs for servicing, inspection, repair, and troubleshooting.

The costs for operation and maintenance are to be taken from Table A2, Table A3, and Table A4.

7.4 Other costs

This category includes costs for insurances, general levies and charges, taxes not already covered by the stipulations above, pro rata administration costs, as well as profits, if these can be included by the heat provider. See also Table A1.

8 Calculation of economic efficiency using the annuity method

The economic efficiency of investments can be established with various methods, e.g. on the basis of net present value, of annuity, of internal rate of return, of amortization, or using a full budget plan.

The series of guidelines VDI 2067 applies and explains the annuity method.

The annuity procedure makes it possible to summarize both one-off payments/investments and ongoing payments during a specific observation period T , by use of the annuity factor a .

8.1 Costs

Costs are subdivided into one-off costs and current costs. Resulting cost types are

- capital-related,
- demand-related,
- operation-related, and
- other costs.

8.1.1 Capital-related costs

The observation period T is to be established and documented. The residual value is to be determined for the installation components. For longer observation periods, necessary replacement procurements will have to be taken into account.

The annuity of the capital-related costs is calculated using Equation (1):

$$A_{N,K} = (A_0 + A_1 + A_2 + \dots A_n - R_W) \cdot a \quad (1)$$

where

$A_{N,K}$ annuity of the capital-related costs
 A_0 investment amount

$A_1 \dots A_n$ Barwert der ersten, zweiten, ..., n -ten Ersatzbeschaffung
 R_W Restwert
 a Annuitätsfaktor

Die Barwerte der Ersatzbeschaffungen ergeben sich aus Gleichung (2):

$$\begin{aligned} A_1 &= A_0 \frac{r^{1 \cdot T_N}}{1 \cdot T_N}, & A_2 &= A_0 \frac{r^{2 \cdot T_N}}{2 \cdot T_N}, \\ A_3 &= A_0 \frac{r^{3 \cdot T_N}}{3 \cdot T_N}, \dots & A_n &= A_0 \frac{r^{n \cdot T_N}}{n \cdot T_N} \end{aligned} \quad (2)$$

Der Restwert wird durch lineare Abschreibung des Investitionsbetrags bis zum Ende des Betrachtungszeitraums und Abzinsung auf den Beginn des Betrachtungszeitraums ermittelt. Übersteigt der Betrachtungszeitraum T die Nutzungsdauer T_N der betrachteten Komponente, wird nicht der (Anfangs-)Investitionsbetrag linear abgeschrieben, sondern die Ersatzinvestition.

$$R_W = A_0 \cdot \underbrace{r^{n \cdot T_N}}_{\text{Preis zum Beschaffungszeitpunkt}} \cdot \underbrace{\frac{(n+1) \cdot T_N - T}{T_N}}_{\text{lineare Abschreibung}} \cdot \underbrace{\frac{1}{q^T}}_{\text{Abzinsung auf Anfangszeitpunkt}} \quad (3)$$

Dabei ist

T_N Zahl der Jahre der Nutzungsdauer der Anlagenkomponente
 T Zahl der Jahre des Betrachtungszeitraums
 q Zinsfaktor
 r Preisänderungsfaktor (ist vorzugeben)
 n Anzahl der Ersatzbeschaffungen innerhalb des Betrachtungszeitraums

Der Annuitätsfaktor ergibt sich aus Gleichung (4):

$$a = \frac{q^T \cdot (q - 1)}{q^T - 1} = \frac{q - 1}{1 - q^{-T}} \quad (4)$$

Wird davon ausgegangen, dass während des Betrachtungszeitraums bei den laufenden Kosten Preisänderungen auftreten, sind diese Kosten mit dem preisdynamischen Barwertfaktor und dem Annuitätsfaktor zu multiplizieren. Der Barwertfaktor errechnet sich nach Gleichung (5).

$$b = \frac{1 - \left(\frac{r}{q}\right)^T}{q - r} \quad (5)$$

Für $r = q$ gilt $b = T/q$.

Bild 3 soll diese Vorgehensweise veranschaulichen. Der Preis für eine Komponente steigert sich vom An-

$A_1 \dots A_n$ cash value of the first, second, ..., n^{th} procured replacement
 R_W residual value
 a annuity factor

The cash values for procured replacements can be derived with Equation (2):

$$\begin{aligned} A_1 &= A_0 \frac{r^{1 \cdot T_N}}{1 \cdot T_N}, & A_2 &= A_0 \frac{r^{2 \cdot T_N}}{2 \cdot T_N}, \\ A_3 &= A_0 \frac{r^{3 \cdot T_N}}{3 \cdot T_N}, \dots & A_n &= A_0 \frac{r^{n \cdot T_N}}{n \cdot T_N} \end{aligned} \quad (2)$$

The residual value is calculated by straight-line depreciation of the amount invested up to the end of the observation period and discounting to the beginning of this period. If the observation period T is longer than the service life T_N of the component reviewed, we will not depreciate the (initial) amount invested, but rather the replacement investment.

$$R_W = A_0 \cdot \underbrace{r^{n \cdot T_N}}_{\text{price at time of purchase}} \cdot \underbrace{\frac{(n+1) \cdot T_N - T}{T_N}}_{\text{straight-line depreciation}} \cdot \underbrace{\frac{1}{q^T}}_{\text{discounted to beginning (of review-period)}} \quad (3)$$

where

T_N service life (in years) of the installation component
 T observation period (in years)
 q interest factor
 r price change factor (to be specified beforehand)
 n number of replacements procured within the observation period

The annuity factor can be derived from Equation (4):

$$a = \frac{q^T \cdot (q - 1)}{q^T - 1} = \frac{q - 1}{1 - q^{-T}} \quad (4)$$

If price changes are expected for the ongoing costs during the observation period, these costs are to be multiplied with the price-dynamic cash value factor and the annuity factor. The cash value factor can be derived from Equation (5).

$$b = \frac{1 - \left(\frac{r}{q}\right)^T}{q - r} \quad (5)$$

For $r = q$ there applies $b = T/q$.

Figure 3 is intended to depict this method. The price for a component increases, beginning from the

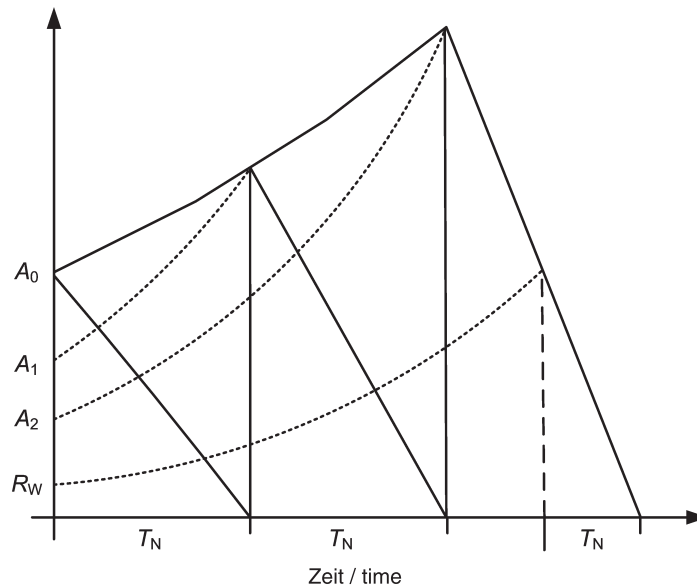


Bild 3. Barwerte der Ersatzbeschaffungen

Figure 3. Cash values of procured replacements

fangswert A_0 entsprechend einem Preisänderungsfaktor. Nach Ende der Nutzungszeit T_N wird eine Ersatzbeschaffung notwendig. Diese hat den Barwert A_1 zu Beginn des Betrachtungszeitraums. Der Preis für die zweite Ersatzbeschaffung wird ebenfalls abgezinst auf den Barwert A_2 . Entsprechend wird der Restwert der Komponente berechnet.

initial value A_0 , following a price change factor. After the service life period T_N it becomes necessary to procure a replacement. This latter has the cash value A_1 at the start of the observation period. The price for the second procured replacement is likewise discounted to the cash value A_2 . The residual value of the component is calculated correspondingly.

8.1.2 Bedarfsgebundene Kosten

Bei Preisänderungen für Energie und Betriebsstoffe erhält man folgenden Ansatz für die bedarfsgebundenen Kosten (früher falsch „verbrauchsgebundene“ Kosten genannt: „V“):

$$A_{N,V} = A_{V1} \cdot a \cdot b_V \quad (6)$$

Dabei ist

- $A_{N,V}$ Annuität der bedarfsgebundenen Kosten
- A_{V1} bedarfsgebundene Kosten im ersten Jahr
- b_V preisdynamischer Barwertfaktor für bedarfsgebundene Kosten
- a Annuitätsfaktor
- b preisdynamischer Barwertfaktor

Die bedarfsgebundenen Kosten werden mit Gleichung (7) ermittelt:

$$\begin{aligned} A_{V1} = & Q_{3,Wärme} \cdot Preis_{Wärme} \\ & + Q_{3,Kälte} \cdot Preis_{Kälte} \\ & + Q_{3,Strom} \cdot Preis_{Strom} \\ & + Q_{3,Wasser} \cdot Preis_{Wasser} \end{aligned} \quad (7)$$

Dabei ist

- $Q_{3,Wärme}$ Energieaufwand der Wärmeerzeugung in kWh/a

8.1.2 Demand-related costs

In the case of price changes for energy and operating supplies, the following calculation model is valid for demand-related costs (incorrectly termed consumption-related costs in earlier editions):

$$A_{N,V} = A_{V1} \cdot a \cdot b_V \quad (6)$$

where

- $A_{N,V}$ annuity of the demand-related costs
- A_{V1} demand-related costs in the first year
- b_V price dynamic cash value factor for demand-related costs
- a annuity factor
- b price dynamic cash value factor

The demand-related costs can be derived using Equation (7):

$$\begin{aligned} A_{V1} = & Q_{3,Wärme} \cdot Preis_{Wärme} \\ & + Q_{3,Kälte} \cdot Preis_{Kälte} \\ & + Q_{3,Strom} \cdot Preis_{Strom} \\ & + Q_{3,Wasser} \cdot Preis_{Wasser} \end{aligned} \quad (7)$$

where

- $Q_{3,Wärme}$ energy effort for heat generation, in kWh/a

$Q_{3,\text{Kälte}}$	Energieaufwand der Kälteerzeugung in kWh/a
$Q_{3,\text{Strom}}$	Stromaufwand in kWh/a
$Q_{3,\text{Wasser}}$	Wasseraufwand in m ³ /a
Preis	in €/kWh bzw. €/m ³

$Q_{3,\text{Kälte}}$	energy effort for cooling, in kWh/a
$Q_{3,\text{Strom}}$	electricity input, in kWh/a
$Q_{3,\text{Wasser}}$	water input, in m ³ /a
Preis	price, in €/kWh or €/m ³

8.1.3 Betriebsgebundene Kosten

Auch betriebsgebundene Kosten unterliegen Änderungen, die unter anderem durch ein verändertes Lohnniveau hervorgerufen werden können. Für sie ergibt sich unter Berücksichtigung von Preisänderungen analog zu den bedarfsgebundenen Kosten folgender Ansatz:

$$A_{N,B} = A_{B1} \cdot a \cdot b_B + A_{IN} \cdot a \cdot b_{IN} \quad (8)$$

$$A_{IN} = A_0 \cdot (f_{\text{Inst}} + f_{W+\text{Insp}}) \quad (9)$$

Dabei ist

$A_{N,B}$	Annuität der betriebsgebundenen Kosten
A_{B1}	betriebsgebundene Kosten im ersten Jahr für Bedienung
b_B	preisdynamischer Barwertfaktor für betriebsgebundene Kosten
A_{IN}	betriebsgebundene Kosten im ersten Jahr für Instandhaltung
b_{IN}	preisdynamischer Barwertfaktor für Instandhaltung
$f_{W+\text{Insp}}$	Faktor für den Aufwand bei der Wartung und Inspektion
f_{Inst}	Faktor für Aufwand bei der Instandsetzung
a	Annuitätsfaktor

8.1.4 Sonstige Kosten

Entsprechend dem vorangegangenen Ansatz ergibt sich für die sonstigen Kosten:

$$A_{N,S} = A_{S1} \cdot a \cdot b_S \quad (10)$$

Dabei ist

$A_{N,S}$	Annuität der sonstigen Kosten
A_{S1}	sonstige Kosten im ersten Jahr
b_S	preisdynamischer Barwertfaktor für sonstige Kosten
a	Annuitätsfaktor

8.2 Erlöse

Erlöse können projekt- und betreiberabhängig in gleicher Art wie die vorstehend dargestellten Kosten entstehen. Dies gilt für kapitalgebundene Erlöse (Investition, Zuschüsse), für bedarfsgebundene Erlöse und betriebsgebundene Erlöse. Anzuwenden sind die Berechnungsformeln gemäß Abschnitt 8.1.

Soweit Erlöse nicht nach einzelnen Zahlungsarten differenziert werden, können sie durch folgenden

8.1.3 Operation-related costs

Operation-related costs are also subject to changes, which might, for example be due to rising wage levels. Analogously to the demand-related costs, and taking price changes into account, operation-related costs can be calculated as follows:

$$A_{N,B} = A_{B1} \cdot a \cdot b_B + A_{IN} \cdot a \cdot b_{IN} \quad (8)$$

$$A_{IN} = A_0 \cdot (f_{\text{Inst}} + f_{W+\text{Insp}}) \quad (9)$$

where

$A_{N,B}$	annuity of the operation-related costs
A_{B1}	operation-related costs in first year for actual operation
b_B	price dynamic cash value factor for operation-related costs
A_{IN}	operation-related costs in first year for maintenance
b_{IN}	price dynamic cash value factor for maintenance
$f_{W+\text{Insp}}$	factor for servicing and inspection effort
f_{Inst}	factor for repair effort
a	annuity factor

8.1.4 Other costs

Correspondingly to the preceding calculation the following is valid for the other costs:

$$A_{N,S} = A_{S1} \cdot a \cdot b_S \quad (10)$$

where

$A_{N,S}$	annuity of other costs
A_{S1}	other costs in the first year
b_S	price dynamic cash value factor for other costs
a	annuity factor

8.2 Proceeds

Project and operator dependent proceeds can arise in the same way as the costs described above. This applies to capital-related proceeds (investments, subsidies), to demand-related proceeds, and to operation-related proceeds. The equations to be applied here are those outlined in Section 8.1.

If proceeds are not subdivided into individual types of payment, they may be calculated as follows (as-

Ansatz – unter der Annahme von Preisänderungen – erfasst werden:

$$A_{NE} = E_1 \cdot a \cdot b_E \quad (11)$$

Dabei ist

$A_{N,E}$	Annuität der Erlöse
E_1	Erlöse im ersten Jahr
b_E	preisdynamischer Barwertfaktor für Erlöse
a	Annuitätsfaktor

8.3 Annuität der Jahresgesamtzahlungen

Die Differenz aus der Annuität der Erlöse und der Summe der kapitalgebundenen, bedarfsgebundenen, betriebsgebundenen und sonstigen Annuitäten der Kosten ist die Gesamtannuität A_N aller Kosten einer Anlage:

$$A_N = A_{N,E} - (A_{N,K} + A_{N,V} + A_{N,B} + A_{N,S}) \quad (12)$$

Bei der Betrachtung der Gesamtannuität sind zwei Fälle zu unterscheiden:

- Anlagen, mit denen durch Verkauf von Wärme, Kälte, Strom usw. Gewinn erwirtschaftet werden soll (z.B. Nahwärmenetze)
- Anlagen, bei denen keine Erlöse auftreten (z.B. Heizanlage in einem Einfamilienhaus)

Im Fall a muss $A_N > 0$ sein, damit die Anlage wirtschaftlich ist, das heißt, die Annuität der Erlöse ist größer als die Annuität aller Kosten. Werden in diesem Fall verschiedene Anlagen miteinander verglichen, ist diejenige vorzuziehen, für die die größere Gesamtannuität errechnet wird.

Im Fall b ist $A_N < 0$. Die günstigste Anlage ist dann diejenige, die am wenigsten Kosten verursacht.

suming price changes):

$$A_{NE} = E_1 \cdot a \cdot b_E \quad (11)$$

where

$A_{N,E}$	annuity of the proceeds
E_1	proceeds in the first year
b_E	price dynamic cash value factor for proceeds
a	annuity factor

8.3 Annuity of total annual payments

The difference between the annuity of the proceeds and the sum of the annuities of the capital-related, demand-related, operation-related, and other costs equals the total annuity A_N of all costs of an installation:

$$A_N = A_{N,E} - (A_{N,K} + A_{N,V} + A_{N,B} + A_{N,S}) \quad (12)$$

When reviewing total annuity, a distinction must be made between two different cases:

- installations which are intended to produce a profit through the sale of heat, cold, electricity, etc. (e.g. local district heating systems)
- installations which involve no proceeds (e.g. a heating system in a single family house)

In case a, A_N must be > 0 if the installation is to be economically efficient; that is to say, the annuity of the proceeds is greater than the annuities of all costs. If, in such a case, installations are compared with one another, that installation for which the calculation yields the greater total annuity is to be preferred.

In case b, A_N is < 0 . The most economically advantageous installation is the one that incurs the least costs.

Anhang A Tabellen

Tabelle A1. Beispiele für Kostengruppen und Kostenarten

Kapitalgebundene Kosten	Bedarfsgebundene Kosten	Betriebsgebundene Kosten	Sonstige Kosten
technische Anlagen, z.B. Wärmeerzeuger, Heizkörper, Ventilatoren, Antriebsmotoren usw. bauliche Anlagen, z.B. Technikzentralen und Schornsteine Maßnahmen zum Schall- und Wärmeschutz Anschlusskosten	Energiekosten (Grund- und Arbeitspreis) Kosten für Hilfsenergie Kosten für Betriebsstoffe (Schmierstoffe, Additive, Chemikalien usw.)	Bedienen Reinigen Warten Inspizieren Instandsetzen	Planungskosten Versicherungen Steuern allgemeine Abgaben anteilige Verwaltungskosten Gewinn und Verlust Abbruch- und Entsorgungskosten

Tabelle A2. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Heizungsanlagen

Anmerkung: Die Angaben sind Mittelwerte über die Nutzungsdauer der Anlagenkomponenten und entsprechen nicht den tatsächlich anfallenden Jahreskosten. Diese können je nach den vorhandenen Einflussgrößen z.B. Alter, Betriebsdauer und Servicelevels der Komponenten deutlich abweichen.

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
1 Heizung				
1.1 Nutzenübergabe				
1.1.1 Heizflächen mit Zubehör (Ventile, Verschraubungen, Halter)				
Gussradiatoren	40	1	0	0
Stahlradiatoren	35	1	0	0
Plattenheizkörper, Stahl	30	1	0	0
Aluminium-Heizkörper	30	1	0	0
Konvektoren mit Verkleidung	30	2	0	0
Deckenheizungen, Deckenstrahlplatten	20	1,5	0,5	0
Warmwasser-Fußbodenheizungen	50	1	0	0
Thermisch aktive Bauteile, z.B. Decken	50	1	0	0
1.1.2 Regeleinrichtungen				
Thermostatventile	15	1	0,5	0
Ventile mit Hilfsenergiebetätigung	10	1,5	1	0
Dezentrale Regelpumpen	12	2	1	0
1.1.3 Lufterhitzer für Großraumbeheizung, gas- oder ölbefeuert	15	4	2	1
1.1.4 Elektrische Heizung				
Speicherheizgerät (DIN V 44570-60531/DIN 44572)	22	1	1,5	0
Elektrische Fußbodenheizung (DIN V 44576) (einschließlich Aufbau ab Rohbetondecke)	50	2	0	0
Elektrisches Direktheizgerät, fest eingebaut	22	1	0	0
1.2 Verteilung				
1.2.1 Pumpen				
Fundamentpumpen	18	2	1	0
Umwälzpumpen	10	2	1	0
Geregelte Strahlpumpen	15	1,5	1	0
1.2.2 Armaturen	20	1,5	1	0
1.2.3 Ausdehnungsgefäß				
Mit Membrane (DIN 4751-2/-3)	15	1	1	0
Mit Druckpolster (DIN 4752)	25	2	1	5

Tabelle A2. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Heizungsanlagen (Fortsetzung)

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
1.2.4 Mess- und Regelgeräte	15	1,5	1,5	0
1.2.5 Wärmedämmung von Rohrleitungen	25	1	0	0
1.2.6 Rohrleitung aus gezogenem oder gewalztem Stahl				
Warmwasser-Heizung	40	1	0	0
Dampf	40	1	0	0
Kondensat	8	5	0	0
Gas	40	1	0	0
1.2.7 Rohrleitungen aus Kupfer	35	0,5	0	0
1.2.8 Rohrleitungen aus Kunststoff	30	0,5	0	0
1.3 Erzeugung				
1.3.1 Wärmeerzeuger				
1.3.1.1 Gasfeuerstätte mit Brenner ohne Gebläse				
Umlauf-Gaswasserheizer	18	2	1,5	5
Vorrats-Gaswasserheizer	15	2	1,5	5
Gas-Brennwertkessel, wandhängend, unter 100 kW	18	1,5	1,5	10
Gas-Brennwertkessel, bodenstehend, unter 200 kW	20	1	1,5	20
Gas-Brennwertkessel, bodenstehend, über 200 kW mit Neutralisationsanlage	20	1	2	20
1.3.1.2 Spezialkessel für Öl- und Gasfeuerung				
Spezialkessel für Öl- und Gasfeuerung, unter 120 kW	20	2	1,5	10
Kessel über 120 kW als Spezialkessel für Öl- und Gasfeuerung als Guss- oder Stahlkessel	20	2	2	10
1.3.1.3 Heizkessel für Festbrennstoffe				
Gusseiserne Gliederkessel, nur für Heizung ohne Rücklauf-temperaturerhöhung	20	3	2,5	10
Stahlkessel ähnlicher Bauart nur für Heizung ohne Rücklauf-temperaturerhöhung im Einfamilienhaus	15	2	2,5	20
Holzpellet-Heizkessel	15	3	3	15
Hackschnitzel-Heizkessel	15	3	3	20
1.3.1.4 Schnelldampferzeuger	10	4	1,5	50
1.3.1.5 Großwasserraumkessel und Wasserrohrkessel > 1 MW	25	2	1,5	80
1.3.1.6 Brenner				
Gasbrenner ohne Gebläse	20	1	2	0
Gasbrenner mit Gebläse und Zubehör	16	2	10	0
Ölbrenner mit Gebläse und Zubehör	12	2	10	0
1.3.1.7 Elektrische Heizung				
Elektro-Zentralspeicher	20	1	2	5
1.3.1.8 Wärmepumpen				
Luft/Wasser (Elektro)	18	1	1,5	5
Sole/Wasser, Wasser/Wasser (Elektro)	20	1	1,5	5
Gas	15	3	1,5	40
1.3.1.9 Blockheizkraftwerke	15	6	2	100

Tabelle A2. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Heizungsanlagen (Fortsetzung)

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
1.3.1.10 Solarkollektoren				
Absorber	18	0,5	1	5
Flachkollektor	20	0,5	1	5
Vakuum-Röhrenkollektor	18	0,5	1	5
Vakuum-Flachkollektor	15	0,5	1	5
1.3.2 Wärmeübertrager mit Kupferbatterie, gelötet oder gleichwertig einschließlich Regelung				
Heizwasser	20	2	0	0
Heizwasser/Trinkwasser	15	2	0	0
Heizwasser/Dampf	15	2	0	0
1.3.3 Plattenwärmeübertrager	20	2	0	0
1.3.4 Hausübergabestation bei Fernwärme mit direktem Anschluss	30	2	1	0
1.3.5 Hausübergabestation bei Fernwärme mit indirektem Anschluss	20	2	1	0
1.3.6 Brennstoffbeschickung, Entaschung, Brennstofflagerung				
Mechanische Beschickung für feste Brennstoffe	25	1,5	2	2
Pneumatische Beschickung für feste Brennstoffe	15	2	2	2
Schlacken- und Aschetransport	20	2	2	2
Entstaubungsanlage (ohne Saugzug) mit zugehöriger Rohrleitung	20	2	2	2
Saugzanlagen	15	2	2	2
Batteriebehälter aus Stahl (DIN 6620-1)	25	2	1	0
Doppelwandige Behälter aus Stahl für unterirdische Lagerung (DIN 6608-2)	25	1,5	1	0
Standortgefertigte Behälter aus Stahl (DIN 6625-1)	30	1,5	1	0
Behälter aus Stahl für oberirdische oder teilweise oberirdische Lagerung (DIN 6616, DIN 6618, DIN 6619)	25	2	1	0
Behälter mit Kunststoff-Innenbeschichtung nach RAL-RG 998, RAL-RG 977	30	1,5	1	0
Behälter mit Schutzinnenhüllen oder Schutzeinlagen (geprüft und bauartzugelassen)	30	1,5	1	0
Behälter aus anderen Werkstoffen als Stahl (geprüft und bauartzugelassen), z.B. Alu, Kunststoff (PE, GFK u.a.) und Stahlbeton mit Innenbeschichtung (alle nicht korrosionsanfällig)	25	1	0,5	0
Tankzubehör mit Leitungen	20	3	1	0
Leckanzeigegerät	10	3	1	0
Flüssiggasbehälter	18	1,5	1	0
Pellet- und Hackschnitzzellager mit Fördereinrichtung	20	3	2	10
1.3.7 Bauliche Anlagen				
Bauten allgemein	50	1	1	0
Schornstein im Gebäude	50	1	2	0
Frei stehender Schornstein, gemauert oder Beton	40	1	2	0
Bühnen und Treppen im Kesselhaus	40	1	1	0

Tabelle A3. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Raumluftechnischen Anlagen

Anmerkung: Die Angaben sind Mittelwerte über die Nutzungsdauer der Anlagenkomponenten und entsprechen nicht den tatsächlich anfallenden Jahreskosten. Diese können je nach den vorhandenen Einflussgrößen, z.B. Alter, Betriebsdauer und Servicelevels der Komponenten, deutlich abweichen.

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
2 Raumluftechnik, Raumkühltechnik				
2.1 Nutzenübergabe				
2.1.1 Luftdurchlass	20	0	1	0
2.1.2 Wärme				
2.1.2.1 Lufterhitzer				
2.1.2.1.1 Direkt				
Gas/Öl	20	1	1,5	0
Elektro	15	1	1	0
2.1.2.1.3 Indirekt				
Wasser	20	1	1	0
Dampf	20	1	1	0
2.1.2.2 Wärmerückgewinner				
Platten-Wärmetauscher	20	2	10	0
Kreislaufverbund-Wärmetauscher	15	2	15	0
Rotations-Wärmetauscher	15	3	10	0
2.1.3 Kälte				
2.1.3.1 Luftkühler				
Wasser	20	2	4	0
Sole	20	2	4	0
2.1.3.2 Wärmerückgewinner (siehe 2.1.2.2)				
2.1.3.3 Kühldecke				
Kassetten bzw. Langfeldplatten mit Wasserrohren (Klemm-, Magnet- und Klebeverbindung oder lose eingelegt)	20	1	1	0
Kühlsegel	20	1	1	0
2.1.4 Feuchte				
2.1.4.1 Befeuchtung				
Verdampfung	10	3	4	0
Verdunstung	12	3	4	0
Wasserdüse	15	3	4	0
2.1.4.2 Entfeuchtung				
Kühler	15	2	4	0
Absorption/Adsorption	10	3	3	0
2.1.5 Entstoffer				
2.1.5.1 Grobfilter, einstufig	0,5	-	-	-
2.1.5.2 Feinfilter, mehrstufig	1	-	-	-
Elektrofilter	20	3	6	0
Aktivkohlefilter	0,5	-	-	-
zu reinigende Filter	8	15	2	0

Tabelle A3. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Raumluftechnischen Anlagen (Fortsetzung)

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungs- dauer	Aufwand für Instand- setzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
2.1.6 Lufttransport				
2.1.6.1 Ventilator, axial				
Wandventilator	8	0	5	0
Ventilator Kanaleinbau	12	2	5	0
Ventilator mit Riemenantrieb	18	3	10	0
Ventilator mit Direktantrieb	12	2	5	0
2.1.6.3 Ventilator, radial	12	1	3	0
2.1.6.4 Ventilator-Querstrom	12	2	10	0
2.1.7 Schalldämpfer	20	0	1	0
2.1.8 Luftführung/Luftkanäle	30	0	2	0
2.2 Verteilung				
2.2.1 Warmwasser, siehe Heizung				
2.2.2 Kaltwasser				
Rohrleitungen	40	1	0	0
Dämmung	20	1	0	0
Pumpen	10	2	0	0
Armaturen	20	1,5	1	0
Regelung	15	1,5	1	0
Ausdehnungsgefäße	15	0,5	1	0
2.3 Erzeugung				
2.3.1 Wärme, siehe Heizung				
2.3.2 Kälte				
2.3.2.1 Kältemaschine, indirekt				
2.3.2.1.1 Kompressions-Kälteanlagen	15	2	1,5	1
2.3.2.1.2 Absorptions-Kälteanlagen	18	1,5	1,5	0
2.3.2.2 Direktverdampfer Einzelgeräte	12	2	2	0
2.3.2.3 Rückkühlwerke	20	2	1,5	0
2.3.2.4 Erdsonden	50	2	1	0

Tabelle A4. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Anlagen für erwärmtes Trinkwasser

Anmerkung: Die Angaben sind Mittelwerte über die Nutzungsdauer der Anlagenkomponenten und entsprechen nicht den tatsächlich anfallenden Jahreskosten. Diese können je nach den vorhandenen Einflussgrößen z.B. Alter, Betriebsdauer und Servicelevels der Komponenten deutlich abweichen.

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
3 Erwärmtes Trinkwasser				
3.1 Nutzenübergabe				
3.1.1 Armaturen				
Absperr- und Drosselarmaturen	15	1	1	0
Entnahmearmaturen	10	1	1	0
Sicherungs- und Sicherheitsarmaturen	15	1	2	0
3.1.2 Rohrleitungen				
Rohrleitungen für kaltes Trinkwasser	40	1	0	0
Rohrleitungen für warmes Trinkwasser bei günstigen Wasser- verhältnissen bzw. sachgemäßer Aufbereitung	30	2	0	0
Rohrleitungen für warmes Trinkwasser bei ungünstigen Was- serverhältnissen bzw. ohne Aufbereitung	15	3	0	0
3.1.3 Wärmedämmung von Rohrleitungen	20	1	0	0
3.1.4 Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen	20	1,5	1,5	0
3.1.5 Pumpen	10	2	1	0
3.1.6 Dezentrale Trinkwassererwärmung				
Elektronisch geregelter Durchlauferhitzer	15	1	1	0
Elektrischer Durchlauferhitzer	12	1	1	0
Elektrischer offener Speicher, 5 ℓ bis 80 ℓ	15	1	1	0
Elektrischer geschlossener Speicher	20	2	1	0
Speicher-Wassererwärmer mit Fremderwärmung	15	2	1	0
Gas-Durchlaufwasserheizer (DWH)	12	4	1	0
Gas-Vorratswasserheizer (VWH)	20	2	1	0
3.2 Verteilung				
3.2.1 Heizwasser, siehe Heizung				
3.3 Erzeugung				
3.3.1 Wärmeerzeuger, siehe Heizung				
3.3.2 Zentrale Trinkwassererwärmung				
Trinkwasserspeicher	20	1	1	0
Durchlauferhitzer	18	1	1	0
3.3.3 Wasseraufbereitungsanlage	15	1	2	1

Tabelle A5. Gebäudeautomation

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungs- dauer	Aufwand für Instand- setzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
6 Gebäudeautomation				
6.1 Nutzenübergabe				
6.1.1 Stellgeräte				
Regelventile, Hähne, Klappen	10	10	2	0
Jalousieklappenantriebe	10	10	1	0
Brandschutzklappenantriebe	10	10	5	0,1
Frequenzumformer	5	20	5	1
6.1.2 Sensoren				
6.1.2.1 Messwertgeber (Temperatur, Feuchte, Druck, Sonstiges)	10	10	2	0
6.1.2.2 Kontaktgeber (Temperatur, Feuchte, Druck, Sonstiges)	10	10	2	0
6.1.2.3 Sicherheitsbegrenzer (Wächter für Temperatur, Feuchte, Druck, sonstige Überwachungseinrichtungen)	5	20	5	0,5
6.1.3 Feldverkabelung				
6.1.3.1 Starkstromleitungen/-kabel	15	10	0	0
6.1.3.2 Kleinspannungsleitungen/-kabel	15	10	0	0
6.1.3.3 Busleitungen/-kabel	10	15	0	0
6.1.3.4 Pneumatiksysteme (Druckreduzierung, Filter, Trocknung)	10	10	5	2
6.2 Verteilung				
6.2.1 Schaltschränke, Tableaus				
6.2.1.1 Steuerungen	10	10	5	0,2
6.2.1.2 USV-Einrichtungen	5	20	5	1
6.2.1.3 Optimierungsgeräte	10	5	2	0,2
6.2.1.4 Regler	10	10	5	0,2
6.2.1.5 Schütze und Relais (Kontakte und Klemmen prüfen)	10	5	5	0
6.2.2 Datenübertragungseinrichtungen				
6.2.2.1 Modems, Hubs, Router, Bridges	5	10	1	0
6.2.2.2 Datenfernübertragungseinrichtungen	5	20	1	1
6.2.2.3 Gateways	5	20	0,5	0
6.2.2.4 Multiplexer	5	10	0	0
6.2.2.5 Bussysteme (Leitungen, passive Bauteile)	10	5	0,5	0
6.2.2.6 Mitnutzung EDV-Netzwerk	2	30	1	0
6.3 Zentrale Datenverarbeitungseinrichtungen				
6.3.1 Server	5	20	2	1
6.3.2 Datensichtgeräte	5	20	1	0
6.3.2 Eingabegeräte	3	30	0,5	0
6.3.3 Drucker	5	20	1	1
6.3.4 Archiv-Speicher (Backup-Restore)	5	20	2	2
6.3.5 Datenfernübertragungseinrichtungen	5	20	1	1
6.3.6 Software für Betriebssystem, Treiber und Datenbank	5	20	10	2
6.3.7 Software für Bedienung und Management	10	15	10	2
6.3.8 Software für Steuerung und Regelung	10	10	5	5

Tabelle A6. Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Aufzugsanlagen

Anlagenkomponente	Rechn. Nutzungsdauer	Aufwand für Instandsetzung f_{Inst}	Aufwand für Wartung und Inspektion $f_{\text{W+Insp}}$	Aufwand für Bedienen
Einheiten	Jahre	%	%	Stunden pro Jahr (h/a)
7 Aufzüge	15	9	3,5	6

Das in diesem Blatt beschriebene Rechenverfahren ist geeignet, auch andere gebäudetechnische Anlagen, die in den Tabellen nicht aufgeführt sind, z.B. Anlagen aus den Bereichen Fotovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, wirtschaftlich zu vergleichen.

Hierzu müssen sinnvolle Annahmen gemäß Tabelle A2 bis Tabelle A6 getroffen und für die Berechnung dokumentiert werden.

Annex A Tables

Table A1. Examples for cost groups and cost types

Capital-related costs	Demand-related costs	Operation-related costs	Other costs
technical installations, e.g. heat generators, radiators, ventilators, drive motors, etc. structural installations, e.g. equipment rooms and smoke-stacks noise protection and thermal insulation measures utility connection costs	energy costs (commodity and capacity price) costs for ancillary energy costs for operating material (lubricants, additives, chemicals, etc.)	operating proper cleaning servicing inspection maintenance	planning costs insurance taxes general levies and charges pro rata administration costs profit and loss costs of demolition and disposal

Table A2. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of heating systems

Note: The values given are averaged over the entire service lives of the installation components and do not correspond to the actual annual costs. These latter can vary significantly, depending on influencing factors such as age, operation life, service levels of components.

Installation component	Depreciation period	Effort for maintenance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
1 Heating				
1.1 Utility transfer				
1.1.1 Heating surfaces, with accessories (valves, fittings, brackets)				
Cast-iron radiators	40	1	0	0
Steel radiators	35	1	0	0
Plate radiators, steel	30	1	0	0
Aluminium radiators	30	1	0	0
Convactor heaters with cover panels	30	2	0	0
Ceiling heating, radiant ceiling panels	20	1,5	0,5	0
Hot-water underfloor heating	50	1	0	0
Thermally active building components, e.g. ceilings	50	1	0	0
1.1.2 Control devices				
Thermostat valves	15	1	0,5	0
Valves with auxiliary-energy actuation	10	1,5	1	0
Decentralized control pumps	12	2	1	0
1.1.3 Air heaters for large-space heating, gas or oil fuelled	15	4	2	1
1.1.4 Electrical heating				
Storage heater (DIN V 44570-60531/DIN 44572)	22	1	1,5	0
Electrical underfloor heating (DIN V 44576) (incl. construction above structural concrete floor)	50	2	0	0
Electrical direct heater (fixed installation)	22	1	0	0
1.2 Distribution				
1.2.1 Pumps				
Foundation pumps	18	2	1	0
Circulator pumps	10	2	1	0
Controlled jet pumps	15	1,5	1	0
1.2.2 Fixtures and fittings	20	1,5	1	0
1.2.3 Expansion tank				
With membrane (DIN 4751-2/-3)	15	1	1	0
With pressure cushion (DIN 4752)	25	2	1	5

Table A2. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of heating systems (continued)

Installation component	Depreciation period	Effort for maintenance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
1.2.4 Measuring and control devices	15	1,5	1,5	0
1.2.5 Thermal insulation of piping	25	1	0	0
1.2.6 Piping made from drawn steel or rolled steel				
Water heating	40	1	0	0
Steam	40	1	0	0
Condensate	8	5	0	0
Gas	40	1	0	0
1.2.7 Piping made from copper	35	0,5	0	0
1.2.8 Piping made from plastic	30	0,5	0	0
1.3 Generation				
1.3.1 Heat generators				
1.3.1.1 Gas fired heaters with burner, without fan				
Gas-fired circulation water heaters	18	2	1,5	5
Gas-fired storage water heaters	15	2	1,5	5
Gas-fired condensing boilers, wall-mounted, under 100 kW	18	1,5	1,5	10
Gas-fired condensing boilers, floor-mounted, under 200 kW	20	1	1,5	20
Gas-fired condensing boilers, floor-mounted, over 200 kW with neutralization unit	20	1	2	20
1.3.1.2 Special boilers for oil and gas firing				
Special boilers for oil and gas firing, under 120 kW	20	2	1,5	10
Boilers over 120 kW as special boilers for oil and gas firing as cast-iron or steel boilers	20	2	2	10
1.3.1.3 Solid fuel fired boilers				
Cast-iron sectional boilers, only for heating without return-temperature raising	20	3	2,5	10
Steel boilers of similar design, only for heating without return-temperature raising in single family house	15	2	2,5	20
Wood pellet boilers	15	3	3	15
Woodchip boilers	15	3	3	20
1.3.1.4 High-speed steam generators	10	4	1,5	50
1.3.1.5 Fire tube boilers and water-tube boilers > 1 MW	25	2	1,5	80
1.3.1.6 Burners				
Gas burners without fan	20	1	2	0
Gas burners with fan and accessories	16	2	10	0
Oil burners with fan and accessories	12	2	10	0
1.3.1.7 Electrical heating				
Central electrical storage heaters	20	1	2	5
1.3.1.8 Heat pumps				
Air/water (electrical)	18	1	1,5	5
Brine/water, water/water (electrical)	20	1	1,5	5
Gas	15	3	1,5	40
1.3.1.9 Combined heat and power/co-generation plants	15	6	2	100

Table A2. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of heating systems (continued)

Installation component	Depreciation period	Effort for maintenance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
1.3.1.10 Solar thermal collectors				
Absorber	18	0,5	1	5
Flat plate collector	20	0,5	1	5
Vacuum tube collector	18	0,5	1	5
Vacuum flat plate collector	15	0,5	1	5
1.3.3 Heat exchanger with copper battery, soldered or equivalent, including control system				
Heating water	20	2	0	0
Heating water/tap water	15	2	0	0
Heating water/steam	15	2	0	0
1.3.4 Plate heat exchanger	20	2	0	0
1.3.5 House transfer station from district heating with direct connection	30	2	1	0
1.3.6 House transfer station from district heating with indirect connection	20	2	1	0
1.3.7 Fuel input, ash disposal, fuel storage				
Mechanical input of solid fuels	25	1,5	2	2
Pneumatic input of solid fuels	15	2	2	2
Transport of slag and ashes	20	2	2	2
Dust removal installation (without induced draught) with all necessary piping	20	2	2	2
Induced-draught installations	15	2	2	2
Steel battery tanks (DIN 6620-1)	25	2	1	0
Double-wall steel tanks for underground storage (DIN 6608-2)	25	1,5	1	0
Steel tanks erected on site (DIN 6625-1)	30	1,5	1	0
Steel tanks for storage fully or partially above ground (DIN 6616, DIN 6618, DIN 6619)	25	2	1	0
Tanks with plastic inner coating, as per RAL-RG 998, RAL-RG 977	30	1,5	1	0
Tanks with protective inner envelope or protective padding (tested and design approved)	30	1,5	1	0
Containers made from materials other than steel (tested and design approved), e.g. aluminium, plastic (PE, GFK and others) and reinforced concrete with inner coating (all not subject to corrosion)	25	1	0,5	0
Tank accessories with piping	20	3	1	0
Leak detection and warning device	10	3	1	0
Liquid gas tanks	18	1,5	1	0
Pellet and woodchip storage area, with conveyor unit	20	3	2	10
1.3.8 Structural installations				
Buildings in general	50	1	1	0
Smokestack in building	50	1	2	0
Free standing smokestack, brick-built or concrete	40	1	2	0
Platforms and stairways in boiler house	40	1	1	0

Table A3. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of air-conditioning installations

Note: The values given are averaged over the entire service lives of the installation components and do not correspond to the actual annual costs. These latter can vary significantly, depending on influencing factors such as age, operation life, service levels of components.

Installation component	Depreciation period	Effort for maintenance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
2 Ventilation and air conditioning technology				
2.1 Utility transfer				
2.1.1 Air passage	20	0	1	0
2.1.2 Heat				
2.1.2.1 Air heaters				
2.1.2.1.1 Direct				
Gas/oil	20	1	1,5	0
Electrical	15	1	1	0
2.1.2.1.3 Indirect				
Water	20	1	1	0
Steam	20	1	1	0
2.1.2.2 Heat recovery systems				
Plate heat exchangers	20	2	10	0
Circulation heat exchangers	15	2	15	0
Rotation heat exchangers	15	3	10	0
2.1.3 Cooling				
2.1.3.1 Air cooler				
Water	20	2	4	0
Brine	20	2	4	0
2.1.3.2 Heat recovery systems (see 2.1.2.2)				
2.1.3.3 Chilled ceiling				
Coffered or linear-panelled ceiling with water pipes (attached by clamps/magnets/adhesive, or inserted loose)	20	1	1	0
Chilled-ceiling canopies	20	1	1	0
2.1.4 Humidity				
2.1.4.1 Humidification				
Vaporization	10	3	4	0
Evaporation	12	3	4	0
Water nozzle	15	3	4	0
2.1.4.2 Dehumidification				
Cooler	15	2	4	0
Absorption/adsorption	10	3	3	0
2.1.5 Air purifiers				
2.1.5.1 Rough filter, single-stage	0,5	-	-	-
2.1.5.2 Fine filter, multiple-stage	1	-	-	-
Electrical filter	20	3	6	0
Active carbon filter	0,5	-	-	-
Cleanable filters	8	15	2	0

Table A3. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of air-conditioning installations (continued)

Installation component	Deprecia- tion period	Effort for mainte- nance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
2.1.6 Air transport				
2.1.6.1 Fan, axial				
Wall-mounted fan	8	0	5	0
Duct-installed fan	12	2	5	0
Fan with belt drive	18	3	10	0
Fan with direct drive	12	2	5	0
2.1.6.3 Fan, radial	12	1	3	0
2.1.6.4 Cross-flow fan	12	2	10	0
2.1.7 Sound absorber	20	0	1	0
2.1.8 Air duct/air channels	30	0	2	0
2.2 Distribution				
2.2.1 Hot water, see heating				
2.2.2 Cold water				
Piping, plumbing	40	1	0	0
Insulation	20	1	0	0
Pumps	10	2	0	0
Fixtures and fittings	20	1,5	1	0
Control	15	1,5	1	0
Expansion tanks	15	0,5	1	0
2.3 Generation				
2.3.1 Heat, see heating				
2.3.2 Cooling				
2.3.2.1 Cooling unit, indirect				
2.3.2.1.1 Compression cooling unit	15	2	1,5	1
2.3.2.1.2 Absorption cooling unit	18	1,5	1,5	0
2.3.2.2 Single direct evaporators	12	2	2	0
2.3.2.3 Recooling plants	20	2	1,5	0
2.3.2.4 Geothermal probes	50	2	1	0

Table A4. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of domestic water heating

Note: The values given are averaged over the entire service lives of the installation components and do not correspond to the actual annual costs. These latter can vary significantly, depending on influencing factors such as age, operation life, service levels of components.

Installation component	Depreciation period	Effort for maintenance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
3 Heated domestic water				
3.1 Utility transfer				
3.1.1 Fixtures and fittings				
Shut-off and control valves	15	1	1	0
Draw-off taps	10	1	1	0
Safety valves	15	1	2	0
3.1.2 Piping				
Piping for cold domestic water	40	1	0	0
Piping for hot domestic water under favourable water conditions or with appropriate treatment	30	2	0	0
Piping for hot domestic water under unfavourable water conditions or without treatment	15	3	0	0
3.1.3 Thermal insulation of piping	20	1	0	0
3.1.4 Measuring and control devices	20	1,5	1,5	0
3.1.5 Pumps	10	2	1	0
3.1.6 Decentralized heating of domestic water				
Electronically controlled flow-through water heater	15	1	1	0
Electrical flow-through water heater	12	1	1	0
Electrical open storage heater, 5 ℓ to 80 ℓ	15	1	1	0
Electrical closed storage heater	20	2	1	0
Storage heater with external heating	15	2	1	0
Gas flow-through water heater	12	4	1	0
Gas storage water heater	20	2	1	0
3.2 Distribution				
3.2.1 Heating water, see heating				
3.3 Generation				
3.3.1 Heat generator, see heating				
3.3.2 Centralized heating of domestic water				
Storage heater	20	1	1	0
Flow-through heater	18	1	1	0
3.3.3 Water treatment system	15	1	2	1

Table A5. Building automation

Installation component	Deprecia- tion period	Effort for mainte- nance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
6 Building automation				
6.1 Utility transfer				
6.1.1 Control elements				
Control valves, taps, flaps	10	10	2	0
Louvre drives	10	10	1	0
Fire damper drives	10	10	5	0,1
Frequency converters	5	20	5	1
6.1.2 Sensors				
6.1.2.1 Measurement transducers (temperature, humidity, pressure, other)	10	10	2	0
6.1.2.2 Contact encoder (temperature, humidity, pressure, other)	10	10	2	0
6.1.2.3 Safety limiters (monitors for temperature, humidity, pressure, other monitoring devices)	5	20	5	0,5
6.1.3 Field cabling				
6.1.3.1 High-voltage wiring/cabling	15	10	0	0
6.1.3.2 Low-voltage wiring/cabling	15	10	0	0
6.1.3.3 Bus bars/cabling	10	15	0	0
6.1.3.4 Pneumatic systems (pressure reduction, filters, drying)	10	10	5	2
6.2 Distribution				
6.2.1 Switch cabinets, panels				
6.2.1.1 Control units	10	10	5	0,2
6.2.1.2 UPS (uninterruptible power supply) installations	5	20	5	1
6.2.1.3 Optimization devices	10	5	2	0,2
6.2.1.4 Controllers	10	10	5	0,2
6.2.1.5 Electric contactors and relays (contacts and terminals to be checked)	10	5	5	0
6.2.2 Data transfer installations				
6.2.2.1 Modems, hubs, routers, bridges	5	10	1	0
6.2.2.2 Remote data transfer equipment	5	20	1	1
6.2.2.3 Gateways	5	20	0,5	0
6.2.2.4 Multiplexers	5	10	0	0
6.2.2.5 Bus systems (cabling, passive elements)	10	5	0,5	0
6.2.2.6 Co-use of IT network	2	30	1	0
6.3 Centralized data processing installations				
6.3.1 Servers	5	20	2	1
6.3.2 Visual display units	5	20	1	0
6.3.2 Data input equipment	3	30	0,5	0
6.3.3 Printers	5	20	1	1
6.3.4 Archive storage (with backup/restore functions)	5	20	2	2
6.3.5 Remote data transfer equipment	5	20	1	1
6.3.6 Software for operating system, drivers and database	5	20	10	2
6.3.7 Software for operation and management	10	15	10	2
6.3.8 Software for control	10	10	5	5

Table A6. Depreciation period, and efforts for inspection, servicing, repair, and operation of lift and elevator installations

Installation component	Deprecia- tion period	Effort for mainte- nance f_{Inst}	Effort for servicing and inspection $f_{\text{W+Insp}}$	Effort for operation
Units	years	%	%	hours per year (h/a)
7 Lifts/elevators	15	9	3,5	6

The calculation method described in this part is suitable for effecting a comparison, from the point of view of economic efficiency, also of other building installations which are not among those listed in the above tables, e.g. installations for photovoltaic power or wind and water power.

For this purpose, however, sensible assumptions must be made according to Table A2 to Table A6 and documented for the calculation.

Anhang B Beispiel

Im folgenden Rechenbeispiel sollen Kosten für die Heizanlage in einem Einfamilienhaus ermittelt werden. Das gesamte Beispiel mit allen Komponenten ist in Tabelle B1 und Tabelle B2 abgebildet. Der Betrachtungszeitraum beträgt 30 Jahre. Anhand der Komponente „Brenner“ werden die Rechenschritte im Einzelnen erläutert. Der Anschaffungspreis A_0 beträgt 2000,00 €. Der Preisänderungsfaktor für kapitalgebundene Kosten beträgt $r = 1,03$; der Zinsfaktor $q = 1,07$. Während des Betrachtungszeitraums von $T = 30$ a wird die Komponente zweimal ersetzt ($n = 2$), nämlich nach 12 und nach 24 Jahren. Die Barwerte für die Ersatzbeschaffungen, A_1 und A_2 , sind nach Gleichung (2):

$$A_1 = A_0 \frac{r^{1 \cdot T_N}}{q}, \quad A_2 = A_0 \frac{r^{2 \cdot T_N}}{q} \quad (B1)$$

$$A_3 = A_0 \frac{r^{3 \cdot T_N}}{q}, \dots \quad A_n = A_0 \frac{r^{n \cdot T_N}}{q}$$

$$A_1 = 2000 \text{ €} \times \frac{1,03^{1 \times 12}}{1,07^{1 \times 12}}$$

$$A_1 = 1266,11 \text{ €} \quad (B2)$$

$$A_2 = 2000 \text{ €} \times \frac{1,03^{2 \times 12}}{1,07^{2 \times 12}}$$

$$A_2 = 801,52 \text{ €} \quad (B3)$$

Der Restwert beträgt nach Gleichung (3):

$$R_W = A_0 \cdot \underbrace{\frac{r^{n \cdot T_N}}{q}}_{\text{Preis zum Beschaffungszeitpunkt}} \cdot \underbrace{\frac{(n+1) \cdot T_N - T}{T_N}}_{\text{lineare Abschreibung}} \cdot \underbrace{\frac{1}{q^T}}_{\text{Abzinsung auf Anfangszeitpunkt}} \quad (B4)$$

$$R_W = 2000 \text{ €} \times 1,03^{2 \times 12} \times \frac{(2+1) \times 12 - 30}{12} \times \frac{1}{1,07^{30}} \quad (B5)$$

$$R_W = 4065,59 \text{ €} \times \frac{6}{12} \times 0,131$$

$$R_W = 267,04 \text{ €}$$

Der Annuitätsfaktor ist nach Gleichung (4):

$$a = \frac{q^T \cdot (q-1)}{q^T - 1} = \frac{q-1}{1 - q^{-T}} \quad (B6)$$

Annex B Example

The following is a example for the calculation of the costs for the heating installation in a single family house. The entire example, with all its components, is represented also in Table B1 and Table B2. The observation period is 30 years. The example used for the detailed description of calculation steps is the burner. The purchase price A_0 is 2000,00 €. The price change factor for capital-related costs is $r = 1,03$; the interest factor is $q = 1,07$. During the observation period of $T = 30$ a the component will be replaced twice ($n = 2$), namely, after 12 and then again after 24 years. The cash values for the replacements procured, A_1 and A_2 , are as per equation Equation (2):

$$A_1 = A_0 \frac{r^{1 \cdot T_N}}{q}, \quad A_2 = A_0 \frac{r^{2 \cdot T_N}}{q} \quad (B1)$$

$$A_3 = A_0 \frac{r^{3 \cdot T_N}}{q}, \dots \quad A_n = A_0 \frac{r^{n \cdot T_N}}{q}$$

$$A_1 = 2000 \text{ €} \times \frac{1,03^{1 \times 12}}{1,07^{1 \times 12}}$$

$$A_1 = 1266,11 \text{ €} \quad (B2)$$

$$A_2 = 2000 \text{ €} \times \frac{1,03^{2 \times 12}}{1,07^{2 \times 12}}$$

$$A_2 = 801,52 \text{ €} \quad (B3)$$

The residual value per Equation (3):

$$R_W = A_0 \cdot \underbrace{\frac{r^{n \cdot T_N}}{q}}_{\text{price at time of purchase}} \cdot \underbrace{\frac{(n+1) \cdot T_N - T}{T_N}}_{\text{straight-line depreciation}} \cdot \underbrace{\frac{1}{q^T}}_{\text{discounted to beginning (of review-period)}} \quad (B4)$$

$$R_W = 2000 \text{ €} \times 1,03^{2 \times 12} \times \frac{(2+1) \times 12 - 30}{12} \times \frac{1}{1,07^{30}} \quad (B5)$$

$$R_W = 4065,59 \text{ €} \times \frac{6}{12} \times 0,131$$

$$R_W = 267,04 \text{ €}$$

The annuity factor per Equation (4):

$$a = \frac{q^T \cdot (q-1)}{q^T - 1} = \frac{q-1}{1 - q^{-T}} \quad (B6)$$

Die Annuität der kapitalgebundenen Kosten ergibt sich aus Gleichung (1):

$$A_{N,K} = (A_0 + A_1 + A_2 + \dots A_n - R_W) \cdot a \quad (B7)$$

Für die weiteren Komponenten werden die Annuitäten der kapitalgebundenen Kosten ebenfalls in oben beschriebener Weise ermittelt und zusammengefasst.

Die Annuität der bedarfsgebundenen Kosten ist nach Gleichung (6):

$$A_{N,V} = A_{V1} \cdot a \cdot b_V \quad (B8)$$

Die Annuität der betriebsgebundenen Kosten ist nach Gleichung (8)

$$A_{N,B} = A_{B1} \cdot a \cdot b_B + A_{IN} \cdot a \cdot b_{IN} \quad (B9)$$

Die betriebsgebundenen Kosten beinhalten die Kosten für Instandsetzung, Wartung, Inspektion und Bedienung. Der Aufwand der Erzeugung Q_3 wird für die Beispielrechnung wie folgt angesetzt:

$$\begin{aligned} Q_{3,Wärme} &= 14012 \text{ kWh/a} \\ Q_{3,Strom} &= 417 \text{ kWh/a} \end{aligned} \quad (B10)$$

Die bedarfsgebundenen Kosten im ersten Jahr sind nach Gleichung (7):

$$\begin{aligned} A_{V1} &= Q_{3,Wärme} \cdot \text{Preis}_{Wärme} \\ &+ Q_{3,Kälte} \cdot \text{Preis}_{Kälte} \\ &+ Q_{3,Strom} \cdot \text{Preis}_{Strom} \\ &+ Q_{3,Wasser} \cdot \text{Preis}_{Wasser} \end{aligned} \quad (B11)$$

The annuity of the capital-related costs is derivable from Equation (1):

$$A_{N,K} = (A_0 + A_1 + A_2 + \dots A_n - R_W) \cdot a \quad (B7)$$

As regards the other components, the annuities of the capital-related costs are also determined and summarized in the manner described above.

The annuity of the demand-related costs per Equation (6):

$$A_{N,V} = A_{V1} \cdot a \cdot b_V \quad (B8)$$

The annuity of the operation-related costs per Equation (8)

$$A_{N,B} = A_{B1} \cdot a \cdot b_B + A_{IN} \cdot a \cdot b_{IN} \quad (B9)$$

The operation-related costs include the costs for repair, servicing and inspection as well as for operation proper. For the purposes of this example, the effort on generation Q_3 is calculated as follows:

$$\begin{aligned} Q_{3,Wärme} &= 14012 \text{ kWh/a} \\ Q_{3,Strom} &= 417 \text{ kWh/a} \end{aligned} \quad (B10)$$

The demand-related costs in the first year per Equation (7):

$$\begin{aligned} A_{V1} &= Q_{3,Wärme} \cdot \text{Preis}_{Wärme} \\ &+ Q_{3,Kälte} \cdot \text{Preis}_{Kälte} \\ &+ Q_{3,Strom} \cdot \text{Preis}_{Strom} \\ &+ Q_{3,Wasser} \cdot \text{Preis}_{Wasser} \end{aligned} \quad (B11)$$

Tabelle B1. Beispiel

Zins in %		Betrachtungszeitraum in a		T	30	Annuitätsfaktor a		0,0806
7	Aufzinsungsfaktor			q	1,070	Barwertfaktor		
3	kapitalgebundene Kosten			r _K	1,030	b _K	17,028	
3	bedarfs- (verbrauchs-)geb. Kosten			r _V	1,030	b _V	17,028	
2	betriebsgebundene Kosten			r _B	1,020	b _B	15,241	
2	sonstige Kosten			r _S	1,020	b _S	15,241	
3	Kosten für Instandhaltung/Bedienen			r _I	1,030	b _I	17,028	
3	Erlöse			r _E	1,030	b _E	17,028	

Kompo- nenten-Nr.	Nutzungs- dauer in a	Faktor für Instandhaltung $f_k = (f_{\text{Inst}} + f_{\text{W+Insp}})$ in %	Ersatz- häufigkeit	Bezeichnung des Bauteils	Aufwand für Bedienen in h/a	Aufwand für Bedienen in €/a bei 30 €/h	Investition
	T_N		n			30	A_0
1	20	3,5	1	Ölkessel	0	300	6045,00
2	12	12,0	2	Brenner	0	0	2000,00
3	12	2,5	2	Fernbedienung und Raumtemperaturaufschaltung	0	0	75,00
4	50	2,0	0	Heiz- und Lagerraum	0	0	2800,00
5	40	1,0	0	Rohrleitungen (einschließlich Montage, Spülen etc.)	0	0	4426,00
6	15	2,0	1	Ausdehnungsgefäß	0	0	40,00
7	10	3,0	2	Umwälzpumpe	0	0	286,00
8	20	2,5	1	Handreguliertventil	0	0	50,00
9	40	0,0	0	Wand-, Deckendurchbrüche	0	0	616,00
10			0	Planung	0	0	500,00
11	30	1,0	0	Heizkörper und Raumregelung	0	0	7551,00
12	25	1,5	1	Tank 2000 l, Tankleitungen	0	0	950,00
13	50	3,0	0	Schornstein	0	0	2500,00
14	50	3,0	0	Schornsteinanschluss	0	0	100,00
15	20	0,0	1	Montage Kessel	0	0	633,00
16	10	3,0	2	Zirkulationspumpe und Installation	0	0	250,00
17	30	2,0	0	Leitungen Zirkulation	0	0	1920,00
18	20	1,0	1	Dämmung Leitungen	0	0	684,00
19			0				
20			0				
						300,00	31426,00

	kWh/a	€/kWh	€/a
Wärme	14012	0,06	841
Strom	417	0,20	83
Energiekosten			924

Table B1. Example

Interest, in %		Observation period, in a	T	30	Annuity factor a	0,0806
7	Accrual factor	q	1,070	Cash-value factor		
3	capital-related costs	r_K	1,030	b_K	17,028	
3	demand- (consumption-)related costs	r_V	1,030	b_V	17,028	
2	operation-related costs	r_B	1,020	b_B	15,241	
2	other costs	r_S	1,020	b_S	15,241	
3	maintenance/operation costs	r_I	1,030	b_I	17,028	
3	proceeds	r_E	1,030	b_E	17,028	

Component no.	Service life, in a	Factor for maintenance $f_k = (f_{\text{Inst}} + f_{\text{W+Insp}})$ in %	Frequency of replacement	Designation of component	Effort for operation, in h/a	Effort for operation, in €/a, assuming 30 €/h	Investment
	T_N		n			30	A_0
1	20	3,5	1	oil boiler	0	300	6045,00
2	12	12,0	2	burner	0	0	2000,00
3	12	2,5	2	remote control and room-temperature compensation	0	0	75,00
4	50	2,0	0	heating and storage room	0	0	2800,00
5	40	1,0	0	piping (including assembly, flushing, etc.)	0	0	4426,00
6	15	2,0	1	expansion tank	0	0	40,00
7	10	3,0	2	circulator pump	0	0	286,00
8	20	2,5	1	manual control valve	0	0	50,00
9	40	0,0	0	wall and ceiling openings	0	0	616,00
10			0	planning	0	0	500,00
11	30	1,0	0	radiators and room control	0	0	7551,00
12	25	1,5	1	tank (2000 l), tank piping	0	0	950,00
13	50	3,0	0	smokestack	0	0	2500,00
14	50	3,0	0	smokestack connection	0	0	100,00
15	20	0,0	1	boiler assembly	0	0	633,00
16	10	3,0	2	circulation pump and installation	0	0	250,00
17	30	2,0	0	piping for circulation	0	0	1920,00
18	20	1,0	1	piping insulation	0	0	684,00
19			0				
20			0				
						300,00	31426,00

	kWh/a	€/kWh	€/a
Heat	14012	0,06	841
Electricity	417	0,20	83
Energy costs			924

Tabelle B2. Beispiel

Komponenten-Nr.	Barwert der Ersatzinvestitionen				Barwert des Restwerts	Summe der Barwerte	Summe der Barwerte · a (Annuität) der kapitalgebundenen Zahlungen	Barwert Instandhaltungskosten	Annuität der Instandhaltungskosten
	A_1	A_2	A_3	A_4	R_W	$A_0 + A_1 + \dots + A_4 - R_W$	$A_{NK} = (A_0 + A_1 + \dots + A_4 - R_W) \cdot a$	$f_K \cdot A_0 \cdot b_{IN}$	$A_{IN} = f_K \cdot A_0 \cdot b_{IN} \cdot a$
1	2821,40	0,00	0,00	0,00	717,13	8149,27	656,83	3602,70	290,38
2	1266,11	801,52	0,00	0,00	267,04	3800,58	306,33	4086,72	329,39
3	47,48	30,06	0,00	0,00	10,01	142,52	11,49	31,93	2,57
4	0,00	0,00	0,00	0,00	147,13	2652,87	213,82	953,57	76,86
5	0,00	0,00	0,00	0,00	145,36	4280,64	345,02	753,66	60,74
6	22,59	0,00	0,00	0,00	0,00	62,59	5,04	13,62	1,10
7	195,39	133,49	0,00	0,00	0,00	614,87	49,56	146,10	11,78
8	23,34	0,00	0,00	0,00	5,93	67,41	5,43	21,29	1,72
9	0,00	0,00	0,00	0,00	20,23	595,77	48,02	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	500,00	40,30	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7551,00	608,61	1285,78	103,63
12	366,49	0,00	0,00	0,00	209,04	1107,45	89,26	242,65	19,56
13	0,00	0,00	0,00	0,00	131,37	2368,63	190,91	1277,10	102,93
14	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	94,75	7,64	51,08	4,12
15	295,44	0,00	0,00	0,00	75,09	853,35	68,78	0,00	0,00
16	170,79	116,68	0,00	0,00	0,00	537,48	43,32	127,71	10,29
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1920,00	154,75	653,88	52,70
18	319,25	0,00	0,00	0,00	81,14	922,10	74,32	116,47	9,39
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5528,28	1081,74	0,00	0,00	1814,74	36221,28	2919,44	13364,26	1077,16

Bedarfs-(verbrauchs-)gebundene Kosten

A_{V1} in €	924,12	Annuität der verbrauchsgebundenen Kosten	$A_{N,V} = A_{V1} \cdot b_V \cdot a$	1268,31
Betriebsgebundene Kosten				
A_{B1} in €	1084,84	Annuität der betriebsgebundenen Kosten	$A_{N,B} = A_{B1} \cdot b_B \cdot a + A_{IN1} \cdot b_{IN} \cdot a$	1445,69
Sonstige Kosten				
A_{S1} in €	0,00	Annuität der sonstigen Kosten	$A_{N,S} = A_{S1} \cdot b_S \cdot a$	0,00

Erlöse

E_1 in €	0,00	Annuität der Erlöse	$A_{N,E} = E_1 \cdot b_E \cdot a$	0,00
------------	------	---------------------	-----------------------------------	------

Gesamtkosten

Gesamtannuität			$A_N = A_{N,E} - (A_{N,K} + A_{N,V} + A_{N,B} + A_{N,S})$	-5633,44
----------------	--	--	---	----------

Table B2. Example

Component no.	Cash value of replacement investments				Cash value of the residual value	Sum of cash values	Sum of cash values · a (annuity) of capital-related payments	Cash value of maintenance costs	Annuity of maintenance costs
	A_1	A_2	A_3	A_4	R_W	$A_0 + A_1 + \dots + A_4 - R_W$	$A_{NK} = (A_0 + A_1 + \dots + A_4 - R_W) \cdot a$	$f_K \cdot A_0 \cdot b_{IN}$	$A_{IN} = f_K \cdot A_0 \cdot b_{IN} \cdot a$
1	2821,40	0,00	0,00	0,00	717,13	8149,27	656,83	3602,70	290,38
2	1266,11	801,52	0,00	0,00	267,04	3800,58	306,33	4086,72	329,39
3	47,48	30,06	0,00	0,00	10,01	142,52	11,49	31,93	2,57
4	0,00	0,00	0,00	0,00	147,13	2652,87	213,82	953,57	76,86
5	0,00	0,00	0,00	0,00	145,36	4280,64	345,02	753,66	60,74
6	22,59	0,00	0,00	0,00	0,00	62,59	5,04	13,62	1,10
7	195,39	133,49	0,00	0,00	0,00	614,87	49,56	146,10	11,78
8	23,34	0,00	0,00	0,00	5,93	67,41	5,43	21,29	1,72
9	0,00	0,00	0,00	0,00	20,23	595,77	48,02	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	500,00	40,30	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7551,00	608,61	1285,78	103,63
12	366,49	0,00	0,00	0,00	209,04	1107,45	89,26	242,65	19,56
13	0,00	0,00	0,00	0,00	131,37	2368,63	190,91	1277,10	102,93
14	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	94,75	7,64	51,08	4,12
15	295,44	0,00	0,00	0,00	75,09	853,35	68,78	0,00	0,00
16	170,79	116,68	0,00	0,00	0,00	537,48	43,32	127,71	10,29
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1920,00	154,75	653,88	52,70
18	319,25	0,00	0,00	0,00	81,14	922,10	74,32	116,47	9,39
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5528,28	1081,74	0,00	0,00	1814,74	36221,28	2919,44	1364,26	1077,16

Demand-(consumption)-related costs

A_{V1} , in €	924,12	annuity of the consumption-related costs	$A_{N,V} = A_{V1} \cdot b_V \cdot a$	1268,31
-----------------	--------	--	--------------------------------------	---------

Operation-related costs

A_{B1} , in €	1084,84	annuity of operation-related costs	$A_{N,B} = A_{B1} \cdot b_B \cdot a + A_{IN1} \cdot b_{IN} \cdot a$	1445,69
-----------------	---------	------------------------------------	---	---------

Other costs

A_{S1} , in €	0,00	annuity of other costs	$A_{N,S} = A_{S1} \cdot b_S \cdot a$	0,00
-----------------	------	------------------------	--------------------------------------	------

Proceeds

E_1 , in €	0,00	annuity of proceeds	$A_{N,R} = E_1 \cdot b_E \cdot a$	0,00
--------------	------	---------------------	-----------------------------------	------

Total costs

Total annuity	$A_N = A_{N,E} - (A_{N,K} + A_{N,V} + A_{N,B} + A_{N,S})$	-5633,44
---------------	---	----------

Schrifttum / Bibliography

DIN 276 Kosten im Bauwesen (Building costs). Berlin: Beuth Verlag

DIN 277 Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau (Areas and volumes of buildings). Berlin: Beuth Verlag

DIN 4751-2:1994-10 Wasserheizungsanlagen; Geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wärmeerzeugungsanlagen mit Vorlauftemperaturen bis 120 °C; Sicherheitstechnische Ausrüstung (Medium Temperature Hot Water Systems (MTHWS) with a boiler flow temperature up to 120 °C; Specification for sealed systems using thermostatic control; Safety equipment). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2003-06. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 12828

DIN 4751-3:1993-02 Wasserheizungsanlagen; Geschlossene, thermostatisch abgesicherte Wärmeerzeugungsanlagen mit 50 kW Nennwärmeleistung mit Zwangumlauf-Wärmeerzeugern und Vorlauftemperaturen bis 95 °C; Sicherheitstechnische Ausrüstung (Medium Temperature Hot Water Systems (MTHWS) with a boiler flow temperature up to 95 °C and forced flow boilers with rated output up to 50 kW; Specification for sealed systems using thermostatic control; Safety equipment). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2003-06. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 12828

DIN 4752:1967-01 Heißwasserheizungsanlagen mit Vorlauftemperaturen von mehr als 110 °C (Absicherung auf Drücke über 0,5 atü); Ausrüstung und Aufstellung (High temperature water central heating systems with flow temperatures higher than 110 °C (protection against pressures over 0,5 atü); Equipment and installation). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2002-08. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 12953-6

DIN 6608-2:1989-09 Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, doppelwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten (Horizontal double-wall steel tanks for the underground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2003-07. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 12285-1

DIN 6616:1989-09 Liegende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig und doppelwandig, für die oberirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten (Horizontal single-wall and double-wall steel tanks for the above ground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2005-05. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 12285-2

DIN 6618 Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl (Vertical single-wall steel tanks). Berlin: Beuth Verlag

DIN 6619-1:1989-09 Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, einwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten (Vertical single-wall steel tanks for the underground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2012-05. Kein Nachfolgedokument / No following document

DIN 6619-2:1989-09 Stehende Behälter (Tanks) aus Stahl, doppelwandig, für die unterirdische Lagerung wassergefährdender, brennbarer und nichtbrennbarer Flüssigkeiten (Vertical double-wall steel tanks for the underground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2012-05. Kein Nachfolgedokument / No following document

DIN 6620-1:1981-10 Batteriebehälter (Tanks) aus Stahl, für oberirdische Lagerung brennbarer Flüssigkeiten der Gefährklasse A III; Behälter (Battery tanks for above ground storage of mineral oil). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2012-05. Kein Nachfolgedokument / No following document

DIN 6625-1:2010-10 (Entwurf / Draft) Rechteckbehälter (-tanks) aus Stahl für die oberirdische Lagerung von Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von mehr als 55 °C; Teil 1: Bau- und Prüfgrundsätze (Rectangular steel tanks for above ground storage of liquids with a flashpoint of more than 55 °C; Part 1: Principles for installation and test). Berlin: Beuth Verlag

DIN 6625-1:1989-09 Standortgefertigte Behälter (Tanks) aus Stahl für die oberirdische Lagerung von wassergefährdenden, brennbaren Flüssigkeiten der Gefährklasse A III und wassergefährdenden, nichtbrennbaren Flüssigkeiten; Bau- und Prüfgrundsätze (Steel tanks erected on site, for the above ground storage of hazardous flammable water polluting liquids of class A III and of non-flammable water polluting liquids; Requirements and testing). Berlin: Beuth Verlag

DIN 44572 Elektrische Raumheizgeräte; Speicherheizgeräte mit steuerbarer Wärmeabgabe; Gebrauchseigenschaften (Electric room heating appliances; Storage heaters with controlled output; Characteristics of performance). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2001-05. Nachfolgedokument / Following document DIN EN 60531

DIN EN 12285-1:2003-07 Werksgefertigte Tanks aus Stahl; Teil 1: Liegende zylindrische ein- und doppelwandige Tanks zur unterirdischen Lagerung von brennbaren und nichtbrennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten; Deutsche Fassung EN 12285-1:2003 (Workshop fabricated steel tanks; Part 1: Horizontal cylindrical single skin and double skin tanks for the underground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids; German version EN 12285-1:2003). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12285-2:2005-05 Werksgefertigte Tanks aus Stahl; Teil 2: Liegende zylindrische ein- und doppelwandige Tanks zur oberirdischen Lagerung von brennbaren und nichtbrennbaren wassergefährdenden Flüssigkeiten; Deutsche Fassung EN 12285-2:2005 (Workshop fabricated steel tanks; Part 2: Horizontal cylindrical single skin and double skin tanks for the aboveground storage of flammable and non-flammable water polluting liquids; German version EN 12285-2:2005). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12828:2011-03 (Entwurf / Draft) Heizungsanlagen in Gebäuden; Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen; Deutsche Fassung prEN 12828:2011 (Heating systems in buildings; Design for water-based heating systems; German version prEN 12828:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12828:2003-06 Heizungssysteme in Gebäuden; Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen; Deutsche Fassung EN 12828:2003 (Heating systems in buildings; Design of water-based heating systems; German version EN 12828:2003). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 12953-6:2011-05 Großwasserraumkessel; Teil 6: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel; Deutsche Fassung EN 12953-6:2011 (Shell boilers; Part 6: Requirements for equipment for the boiler; German version EN 12953-6:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 60531:2001-05 Elektrische Raumheizgeräte für den Hausgebrauch; Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 60531:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60531:2000 (Household electric thermal storage room heaters; Methods for measuring performance (IEC 60531:1999, modified); German version EN 60531:2000). Berlin: Beuth Verlag

DIN V 44570-60531:2008-04 Elektrische Raumheizgeräte für den Hausgebrauch; Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften (IEC 59C/107/DC:2002) (Household electric thermal storage room heaters; Methods for measuring performance (IEC 59C/107/DC:2002)). Berlin: Beuth Verlag

DIN V 44576:2008-04 Elektrische Raumheizung; Fußbodenheizung; Gebrauchseigenschaften; Begriffe, Prüfverfahren, Bemessung und Formelzeichen (Electric room heating; Floor heating; Characteristics of performance; Definitions, test procedures, ratings and symbols). Berlin: Beuth Verlag

RAL-GZ 977/1:2007-05 Tankschutz; Teil 1: Kraftstoff- und Lösemittel-tankanlagen; Gütesicherung. Berlin: Beuth Verlag

RAL-GZ 977/2:2007-05 Tankschutz; Teil 2: Heizölverbraucher-tankanlagen; Gütesicherung. Berlin: Beuth Verlag

RAL-GZ 998:2007-02 Lagerbehälter; Gütesicherung. Berlin: Beuth Verlag

RAL-RG 977 Teil 1:1982-10 Tankschutz; Teil 1: Kraftstoff- und Lösemittel-Tankanlagen; Gütesicherung. Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2007-05. Nachfolgedokument / Following document RAL-GZ 977/1

RAL-RG 977 Teil 2:1985-06 Heizölverbrauchertankanlagen; Güte- und Prüfbestimmungen; Tankrevisionen an Heizölverbrauchertankanlagen der Gefahrenklasse A III nach VbF. Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 2007-05. Nachfolgedokument / Following document RAL-GZ 977/2

RAL-RG 998:1970-00 Güteschutz; Unterirdische und oberirdische Lagerbehälter (Quality protection; underground and aboveground storage tanks). Berlin: Beuth Verlag. Zurückgezogen / Withdrawn 1998-08. Nachfolgedokument / Following document RAL-GZ 998

VDI 1000:2010-06 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Guideline Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 10:2011-10 (Entwurf / Draft) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energiebedarf von Gebäuden für Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten (Economic efficiency of building installations; Energy demand for heating, cooling, humidification and dehumidification). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 12:2000-06 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Nutzenergiebedarf für die Trinkwassererwärmung (Economic efficiency of building installations; Effective energy requirements for heating service water). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 20:2000-08 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Nutzenübergabe bei Warmwasserheizungen (Economic efficiency of building installations; Energy effort of benefit transfer for water heating systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 21:2003-05 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Nutzenübergabe; Raumluftechnik

(Economic efficiency of building installations; Energy effort of benefit transfer; HVAC systems). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 22:2011-02 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Nutzenübergabe bei Anlagen zur Trinkwassererwärmung (Economic efficiency of building installations; Energy effort of benefit transfer for heating potable water). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 30:2012-05 (Entwurf / Draft) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand der Verteilung (Economic efficiency of building installations; Energy effort for distribution). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2067 Blatt 40:2012-01 (Entwurf / Draft) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Energieaufwand für die Erzeugung (Economic efficiency of building services installations; Energy effort for heat generation). Berlin: Beuth Verlag

VDI 4700:2008-12 (Entwurf / Draft) Begriffe der Technischen Gebäudeausrüstung mit Hinweisen zur Gestaltung von Benennungen und Definitionen (Terminology of building services with advices for drafting and presentation of terms and definitions). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6007 Blatt 1:2012-03 Berechnung des instationären thermischen Verhaltens von Räumen und Gebäuden; Raummodell (Calculation of transient thermal response of rooms and buildings; Modelling of rooms). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6025:1996-11 Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen (Economy calculation systems for capital goods and plants). Berlin: Beuth Verlag