

DIN EN 15459

DIN

ICS 91.140.10

**Energieeffizienz von Gebäuden –
Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in Gebäuden;
Deutsche Fassung EN 15459:2007**

Energy performance of buildings –
Economic evaluation procedure for energy systems in buildings;
German version EN 15459:2007

Performance énergétique des bâtiments –
Procédure d'évaluation économique des systèmes énergétiques des bâtiments;
Version allemande EN 15459:2007

Gesamtumfang 52 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15459:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen in Gebäuden“ (Sekretariat: DS, Dänemark) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeitet.

Der Arbeitsausschuss NA 041-01-58 AA „Heizungsanlagen in Gebäuden (CEN/TC 228)“ des Normenausschusses Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war an der Erarbeitung dieser Norm beteiligt.

ICS 91.140.10

Deutsche Fassung

**Energieeffizienz von Gebäuden —
Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in
Gebäuden**

Energy performance of buildings —
Economic evaluation procedure for energy systems in
buildings

Performance énergétique des bâtiments —
Procédure d'évaluation économique des systèmes
énergétiques des bâtiments

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. August 2007 angenommen.

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

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

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



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole und Einheiten	10
4 Zusammenhang zwischen den Kosten	11
5 Grundlegende Berechnungen	13
5.1 Zinssatz, Diskontsatz, Barwertfaktor und Annuitätsfaktor	13
5.1.1 Realzinssatz	13
5.1.2 Diskontsatz.....	13
5.1.3 Barwertfaktor.....	13
5.1.4 Annuitätsfaktor	13
5.2 Gesamtkosten	13
5.2.1 Grundregeln der Berechnung.....	13
5.2.2 Berechnung des Restwertes	14
5.3 Annuitätsberechnung.....	16
5.3.1 Allgemeines.....	16
5.3.2 Annuitätsberechnung für während der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes nicht ausgetauschte Komponenten	18
5.3.3 Annuitätsberechnung für wiederbeschaffte Komponenten.....	18
5.3.4 Annuitätsberechnung für variable Kosten.....	18
5.3.5 Einfluss der Preisentwicklung auf dynamische Berechnungen.....	19
6 Grundregeln des Verfahrens	19
6.1 Allgemeines.....	19
6.2 SCHRITT 1 – Finanzielle Daten.....	20
6.2.1 Betrachtungszeitraum.....	20
6.2.2 Finanzrate	20
6.2.3 Betriebspersonalkosten	20
6.2.4 Energiepreise	21
6.3 SCHRITT 2 – Allgemeine Informationen zum Projekt	21
6.3.1 Ermittlung von Systemen	21
6.3.2 Projektumfeld.....	21
6.3.3 Meteorologische und umweltbezogene Daten (nicht zwingend).....	21
6.3.4 Beschränkungen/Möglichkeiten in Bezug auf Energie.....	21
6.4 SCHRITT 3 – Systemeigenschaften	22
6.4.1 Beschaffung von Systemdaten	22
6.4.2 SCHRITT 3.1 – Investitionskosten für Systeme in Bezug auf Energie	22
6.4.3 SCHRITT 3.2 – Periodische Kosten für Wiederbeschaffungen.....	24
6.4.4 SCHRITT 3.3 – Variable Kosten außer Energiekosten	25
6.5 SCHRITT 4 – Energiekosten	25
6.5.1 Allgemeines.....	25
6.5.2 SCHRITT 4.1 – Berechnung des Energieverbrauchs	25
6.5.3 SCHRITT 4.2 – Energiekosten	25
6.6 SCHRITT 5 – Gesamtkosten-Berechnung	26
6.6.1 SCHRITT 5.1 – Berechnung der Wiederbeschaffungskosten	26
6.6.2 SCHRITT 5.2 – Berechnung des Restwertes.....	26
6.6.3 SCHRITT 5.3 – Berechnung der Gesamtkosten.....	26
6.7 SCHRITT 6 – ANNUITÄTSKOSTENBERECHNUNG	26
Anhang A (informativ) Wirtschaftlichkeitsdaten für Energiesysteme	28

Anhang B (informativ) Systembeschreibung	32
Anhang C (informativ) Berechnungsblatt für die Gesamtkostenberechnung	38
Anhang D (informativ) Annuitätsberechnung, Aufbereitung der Daten und Ergebnisse.....	39
Anhang E (informativ) Beispiel 1 — Wohnung mit 100 m² Fläche und Gasheizungsanlagen	40
E.1 SCHRITT 1 — Finanzielle Daten	40
E.2 SCHRITT 2 — Allgemeine Informationen zum Projekt	40
E.2.1 Identifikation von Systemen.....	40
E.2.2 Projektumfeld.....	40
E.2.3 Meteorologische Daten und Umgebungsdaten (zur Information).....	40
E.3 SCHRITT 3 – Systemeigenschaften.....	41
E.3.1 SCHRITT 3.1 – Investitionskosten für die Gebäudekonstruktion und energiebezogene Systeme.....	41
E.3.2 SCHRITT 3.2 – Periodische Kosten für die Wiederbeschaffung	42
E.3.3 STUFE 3.3 – Variable Kosten außer Energiekosten.....	44
E.4 SCHRITT 4 – Energiekosten	44
E.4.1 SCHRITT 4.1 – Energieverbrauch	44
E.4.2 SCHRITT 4.2 – Energiekosten	45
E.5 SCHRITT 5 – Gesamtkosten	47
E.5.1 SCHRITT 5.1 und 5.2 – Berechnung der Wiederbeschaffungskosten und des Restwerts	47
E.5.2 SCHRITT 5.3 – Gesamtkosten-Bericht	48
E.6 SCHRITT 6 – Annuitätskostenberechnung	49
Literaturhinweise	50

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15459:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizsysteme in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2008 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben (Mandat M/343), und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Es ist Teil einer Reihe von Normen, die auf die europäische Harmonisierung der Verfahren zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden abzielt. Ein Überblick über die vollständige Reihe dieser Normen wird im prCEN/TR 15614 gegeben.

Bei den vom CEN/TC 228 abgedeckten Themen handelt es sich um folgende:

- Auslegung von Heizungsanlagen (Warmwasserheizungen, elektrische Heizungen usw.);
- Einbau von Heizungsanlagen;
- Inbetriebnahme von Heizungsanlagen;
- Anweisungen zum Betrieb, Wartung und Nutzung von Heizungsanlagen;
- Berechnungsverfahren des Norm-Wärmeverlusten und der Auslegungs-Heizlasten;
- Berechnungsverfahren der Gesamtenergieeffizienz von Heizungsanlagen.

Heizungsanlagen umfassen auch den Einfluss angrenzender Anlagen, wie z.B. Trinkwarmwassersysteme.

Bei all diesen Normen handelt es sich um Systemnormen, d. h. sie basieren auf Anforderungen an das gesamte System und behandeln keine Anforderungen an die im System enthaltenen Produkte.

Wo dies möglich ist, wird auf andere Europäische oder Internationale Normen verwiesen, u. a. Produktnormen. Jedoch stellt die Verwendung von Produkten, die den einschlägigen Produktnormen entsprechen, keine Garantie für die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Anlagen dar.

Die Anforderungen werden hauptsächlich in Form von funktionalen Anforderungen angegeben, d. h. als Anforderungen, die die Funktion der Anlagen betreffen, und nicht als solche, die Form, Werkstoffe, Maße oder Ähnliches festlegen.

In den Leitlinien werden Verfahren beschrieben, die Anforderungen zu erfüllen; jedoch dürfen auch andere Verfahren genutzt werden, sofern nachgewiesen werden kann, dass die funktionalen Anforderungen sichergestellt werden.

Aufgrund der Unterschiede in Klima, Traditionen und nationalen Bestimmungen variieren die Heizungsanlagen in den verschiedenen Mitgliedsländern. In einigen Fällen sind die Anforderungen in Form von Klassen angegeben, damit nationale oder individuelle Erfordernisse berücksichtigt werden können.

In Fällen, in denen die Normen den nationalen Bestimmungen entgegenstehen, sollten die letzteren befolgt werden.

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

Einleitung

Diese Norm beschreibt ein Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung von Heizungsanlagen, das auf Daten anderer Systeme beruht, welche den Energiebedarf der Heizungsanlage beeinflussen können.

Dieses Verfahren kann, sowohl teilweise als auch komplett, für die folgenden Anwendungen genutzt werden:

- Betrachtung der wirtschaftlichen Machbarkeit von Energieeinsparungsmöglichkeiten in Gebäuden;
- Vergleich verschiedener Energieeinsparungsmöglichkeiten in Gebäuden (z. B. Anlagenarten, Brennstoffe);
- Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer umfassenden Auslegung des Gebäudes (z. B. Abstimmung zwischen dem Energiebedarf und der Energieeffizienz von Heizungsanlagen);
- Einschätzung der Auswirkung möglicher Energieeinsparungsmaßnahmen auf eine bestehende Heizungsanlage, durch wirtschaftliche Berechnung der Energienutzungskosten sowohl mit als auch ohne die Energieeinsparungsmaßnahme.

Für die Eingangsdaten und die detaillierten Berechnungsabläufe muss der Anwender auf andere Europäische Normen oder nationale Dokumente zurückgreifen, speziell im Hinblick auf dynamische wirtschaftliche Berechnungen, die in dieser Norm nicht tiefer gehend beschrieben werden. Die Berechnungsverfahren für den Gebäudeheizenergiebedarf sind durch CEN/TC 89 (EN 832, EN ISO 13790) und CEN/TC 228 (Normenreihe EN 15316) in Bezug auf die EPBD (siehe prCEN/TR 15615) bereitgestellt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt ein Berechnungsverfahren für die wirtschaftlichen Aspekte von Heizungsanlagen und anderen Systemen, die in den Energiebedarf und den Energieverbrauch eines Gebäudes einbezogen sind. Diese Norm gilt für alle Gebäudearten.

Die grundsätzlichen Prinzipien und Fachausdrücke sind in dieser Norm erläutert.

Die hauptsächlichen Bestandteile der Norm sind:

- Definitionen und Strukturen jener Kostenarten, die für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Einsparmöglichkeiten in Gebäuden in Betracht gezogen werden müssen;
- Daten, die zur Definition jener Kosten nötig sind, die mit den betrachteten Anlagen in Verbindung stehen;
- Berechnungsverfahren;
- Darstellung der Ergebnisse der wirtschaftlichen Berechnung;
- informative Anhänge mit Anhaltswerten für z. B. Lebensdauer, Reparaturkosten, Instandhaltungskosten, um damit Anhaltswerte für Berechnungen zu erhalten.

Diese Norm ist Teil des Berechnungsverfahrens für die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparungsmöglichkeiten in Gebäuden (z. B. Wärmedämmung, effizientere Erzeugungs- und Verteilungssysteme, effiziente Beleuchtung, erneuerbare Quellen, Kraft-Wärme-Kopplung).

Der Anwendungsbereich dieses speziellen Teils ist zur Vereinheitlichung von:

- benötigten Eingangswerten;
- Berechnungsverfahren;
- benötigten Ausgangswerten

zur wirtschaftlichen Berechnung von Energiesystemen in Bezug auf die Energieeffizienz von Gebäuden.

ANMERKUNG Die Aussagekraft der Ergebnisse steigt mit der Anzahl der betrachteten Parameter (z. B. Lebensdauer, Zinssätze, Entwicklung von verschiedenen Kostenarten). Je mehr Parameter beim Vergleich verschiedener Möglichkeiten geändert werden, desto schwieriger ist es, Schlüsse aus den wirtschaftlichen Ergebnissen der Berechnungen zu ziehen.

Die Wirtschaftlichkeitsergebnisse stehen in enger Verbindung mit dem jeweils betrachteten Projekt, sodass daraus keine allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden sollten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Nicht anwendbar.

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Kosten

umfassen Anfangsinvestitionskosten und jährliche Kosten, darunter variable Kosten, periodische oder Wiederbeschaffungskosten aufgrund von Reparaturen oder des Austauschs von Komponenten und Anlagen

3.1.2

Anfangsinvestitionskosten [C_1]

Kosten, die zu berücksichtigen sind, wenn das Gebäude (oder die besondere Ausrüstung) betriebsfertig beim Kunden angeliefert wird. Diese Kosten umfassen Planung, Einkauf von Anlagen und Komponenten, Anschluss an die Energieversorgung, Einbau und Inbetriebnahme. Die Anfangsinvestitionskosten sind die Kosten, die dem Kunden vorgelegt werden.

3.1.3

variable Kosten [C_v]

umfassen Instandhaltungskosten, Betriebskosten, Energiekosten und zusätzliche Kosten

ANMERKUNG Variable Kosten sind jährliche Kosten.

3.1.4

Instandhaltungskosten [C_m]

Jährliche Kosten für Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung der gewünschten Qualität der Installation. Dies umfasst jährliche Kosten für Inspektion, Reinigung, Anpassungen, Reparaturen im Rahmen präventiver Instandhaltung sowie Verschleißteile.

3.1.5

Betriebskosten [C_o]

jährliche Kosten für Betriebspersonal

3.1.6

Energiekosten [C_e]

jährliche Kosten für Energie und Grundgebühren für Energie (und andere Verschleißteile wie auch Kosten)

ANMERKUNG Verträge für angelieferte Energie sind in den Energiekosten enthalten. Die Energienutzung führt zu externen Kosten, die nicht im offiziellen Preis enthalten sind. Es gilt als gute Praxis, die externen Kosten sowie die Ablesekosten in wirtschaftliche Berechnungen einzubeziehen und zu spezifizieren.

3.1.7

Zusatzkosten [C_{ad}]

jährliche Kosten für Versicherung, andere Grundgebühren, Steuern (einschließlich Umweltschutz-Steuern auf Energie). Zuschüsse für erneuerbare Energie, die dezentral abgeliefert oder produziert wird, werden als Gewinn angesehen und als negative jährliche Kosten berücksichtigt

3.1.8

periodische Kosten des Jahres i [$C_p(i)$]

Ersatzinvestition, die durch Alterungsgründe nötig wird (entspricht den Wiederbeschaffungskosten für Komponenten (oder Anlagen), entsprechend der jeweiligen Lebensdauer)

3.1.9

Wiederbeschaffungskosten für Komponenten oder Anlagen [$C_{R,i}(j)$]

umfassen periodische Kosten für Komponente j zum Zeitpunkt $i = \tau_n, 2 \tau_n$ usw. (wobei τ_n der Lebensdauer der Komponente entspricht)

3.1.10

jährliche Kosten [$C_a(i)$]

Summe der variablen Kosten und der periodischen Kosten oder Wiederbeschaffungskosten, die im Jahr i gezahlt wurden

3.1.11

Inflationsrate [R_i]

jährliche Abwertung der Währung, angegeben in %

3.1.12

Diskontsatz [R_d]

definierter Wert, um einen Vergleich des Geldwerts zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu ermöglichen

3.1.13

Marktzinssatz [R]

mit dem Kreditgeber vereinbarter Zinssatz, angegeben in %

3.1.14

Realzinssatz [R_R]

Marktzinssatz, angepasst an die Inflationsrate. Der Realzinssatz kann während des Berechnungszeitraums variieren (dynamische Berechnung).

3.1.15

Annuitätsfaktor [$a(n)$]

Faktor, durch den sämtliche jährlichen Kosten und jährlichen Einnahmen zu dividieren sind, um mit dem Ausgangsjahr vergleichbar zu sein

3.1.16

Preisentwicklung für Energie-, Betriebspersonal-, Produkt-, Instandhaltungs- und zusätzliche Kosten

Preisentwicklung bei Energie-, Betriebspersonal-, Produkt-, Instandhaltungs- und zusätzlichen Kosten kann möglicherweise abweichend von der Inflationsrate sein. Die daraus folgenden Raten (angegeben in %) können in den Berechnungsablauf eingeführt werden:

$R_{e,k}$ Preisentwicklungsrate für Energie des Typs k , (die Rate kann für unterschiedliche Energietypen unterschiedlich sein);

R_o Preisentwicklungsrate für das Betriebspersonal;

R_p Preisentwicklungsrate für Produkte;

R_m Preisentwicklungsrate für Instandhaltung;

R_{ad} Entwicklungsrate von zusätzlichen Kosten.

3.1.17

Lebensdauer [$\tau_n(j)$]

erwartete Lebensdauer für Komponente j (oder für Anlagen), normalerweise in Jahren angegeben

3.1.18

Barwertfaktor [$f_{pv}(n)$]

Faktor, mit dem sämtliche jährlichen Kosten und jährlichen Einnahmen zu multiplizieren sind, um mit dem Ausgangsjahr vergleichbar zu sein

ANMERKUNG $f_{pv}(n) = 1/a(n)$, wobei $a(n)$ der Annuitätsfaktor ist.

3.1.19

geplante Amortisationszeit für Gebäude [$\tau_{\text{Gebäude}}$]

vom Eigentümer festgelegter Zeitraum, in der sich das Gebäude amortisieren soll.

3.1.20

Ausgangsjahr [τ_0]

Zeitpunkt, auf welchen jegliche Berechnung bezogen wird.

3.1.21

Berechnungszeitraum [τ]

für die Berechnung betrachteter Zeitraum

3.1.22

Restwert [$V_f(j)$]

Wert von Komponente j am Ende des Berechnungszeitraums unter Berücksichtigung seiner Lebensdauer und bezogen auf das Ausgangsjahr

3.1.23

Barwert

Wert sämtlicher Kosten und Einnahmen, die im Berechnungszeitraum anfallen und auf das Ausgangsjahr bezogen werden

3.1.24

Nennwert

Wert der Kosten (oder Einnahmen), die zum Zeitpunkt (im Jahr) der Zahlung berücksichtigt werden

3.1.25

Barwert einer Komponente [$V_{pv,i}(j)$]

Wert sämtlicher Kosten (und Einnahmen) einer Komponente j , einer Anlage j oder einer Füllung j , bezogen auf das Ausgangsjahr

3.1.26

Realwert oder Barwert

entspricht den Preisen des Ausgangsjahres

3.1.27

Gesamtkosten [$C_G(\tau)$]

Summe der Barwerte aller Kosten (bezogen auf das Ausgangsjahr), einschließlich Investitionskosten. Am Ende des Berechnungszeitraums sollten die Rückbaukosten bzw. der Restwert der Komponenten berücksichtigt werden, um die Gesamtkosten zu ermitteln

ANMERKUNG 1 Die Gesamtkosten hängen direkt mit der Dauer des Berechnungszeitraums zusammen.

ANMERKUNG 2 Die Berücksichtigung der Rückbaukosten bedeutet, dass der Berechnungszeitraum der Lebensdauer des Gebäudes entspricht.

3.1.28

Annuitätskosten [AC]

Aufteilung der Kosten auf einer jährlichen Basis. Anfangsinvestitionskosten und Wiederbeschaffungskosten werden entsprechend der Dauer des Berechnungszeitraums bzw. entsprechend der Lebensdauer der Komponenten aufgeteilt. Jährliche Kosten sind nicht vom Berechnungszeitraum abhängig.

3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Einheiten nach Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
$a(n)$	Annuitätsfaktor (für das Jahr n)	–
AC	Annuitätskosten	€
β_x	preisdynamischer Barwertfaktor für Kosten x	–
$C_G(\tau)$	Gesamtkosten (entsprechend dem Berechnungszeitraum τ)	€
C_I	Anfangsinvestitionskosten (zum Zeitpunkt τ_0)	€
$C_{R,i(j)}$	Wiederbeschaffungskosten für die Komponente oder die Anlage j im Jahr i ; dabei ist $i = \tau_n, 2\tau_n, \dots$	€
$C_a(i)$	jährliche Kosten des Jahres i (Nennwert)	€
$C_{a,i(j)}$	jährliche Kosten für die Komponente oder die Anlage j des Jahres i (Nennwert)	€
C_{ad}	Zusatzkosten (jährlich)	€
C_e	Energiekosten (jährlich)	€
C_m	Instandhaltungskosten (jährlich)	€
C_o	Betriebskosten (jährlich)	€
$C_p(i)$	periodische Kosten des Jahres i	€
C_r	variable Kosten (jährlich)	€
$f_{pv}(n)$	Barwertfaktor (für das Jahr n)	–
$n_i(j)$	Anzahl der Wiederbeschaffungen der Komponente oder der Anlage j im betrachteten Berechnungszeitraum	– (ganze Zahl)
$R(i)$	Marktzinssatz (für Jahr i)	%
$R_R(i)$	Realzinssatz (für Jahr i)	%
$R_d(i)$	Diskontsatz (für Jahr i)	%
$R_i(i)$	Inflationsrate (für Jahr i)	%
R_{ad}	Preisentwicklungsrate für Zusatzkosten	%
$R_{e,k}$	Preisentwicklungsrate für Energie des Typs k	%
R_m	Preisentwicklungsrate für Instandhaltung	%
R_o	Preisentwicklungsrate für das Betriebspersonal	%
R_p	Preisentwicklungsrate für Produkte	%

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
τ	Berechnungszeitraum	Jahr
$\tau_{\text{Gebäude}}$	geplante Amortisationszeit für Gebäude	Jahr
$\tau_n(j)$	Lebensdauer oder geplante Gebrauchsdauer der Komponente oder des Systems j	Jahr
τ_0	Ausgangsjahr für die Berechnung	Jahr
$V_{f,\tau}(j)$	Restwert von Komponente oder Anlage j (entsprechend dem Berechnungszeitraum τ)	€

4 Zusammenhang zwischen den Kosten

Der Ansatz des Berechnungsverfahrens entspricht einer Gesamtbetrachtung (Gesamtkosten). Jedoch kann das Berechnungsverfahren, abhängig von den Absichten des Investors, nur für ausgewählte besondere Kostenelemente angewendet werden. Zum Beispiel können Berechnungen alternativer Möglichkeiten für Heizungsanlagen lediglich hinsichtlich der Kosten für das Trinkwarmwasser-System und die Raumheizungsanlage vorgenommen werden.

Die Kosten unterteilen sich in Investitionskosten (einschließlich der Wiederbeschaffung von Komponenten) und variable Kosten.

Der Zusammenhang der verschiedenen Kostenarten ist in Bild 1 dargestellt.

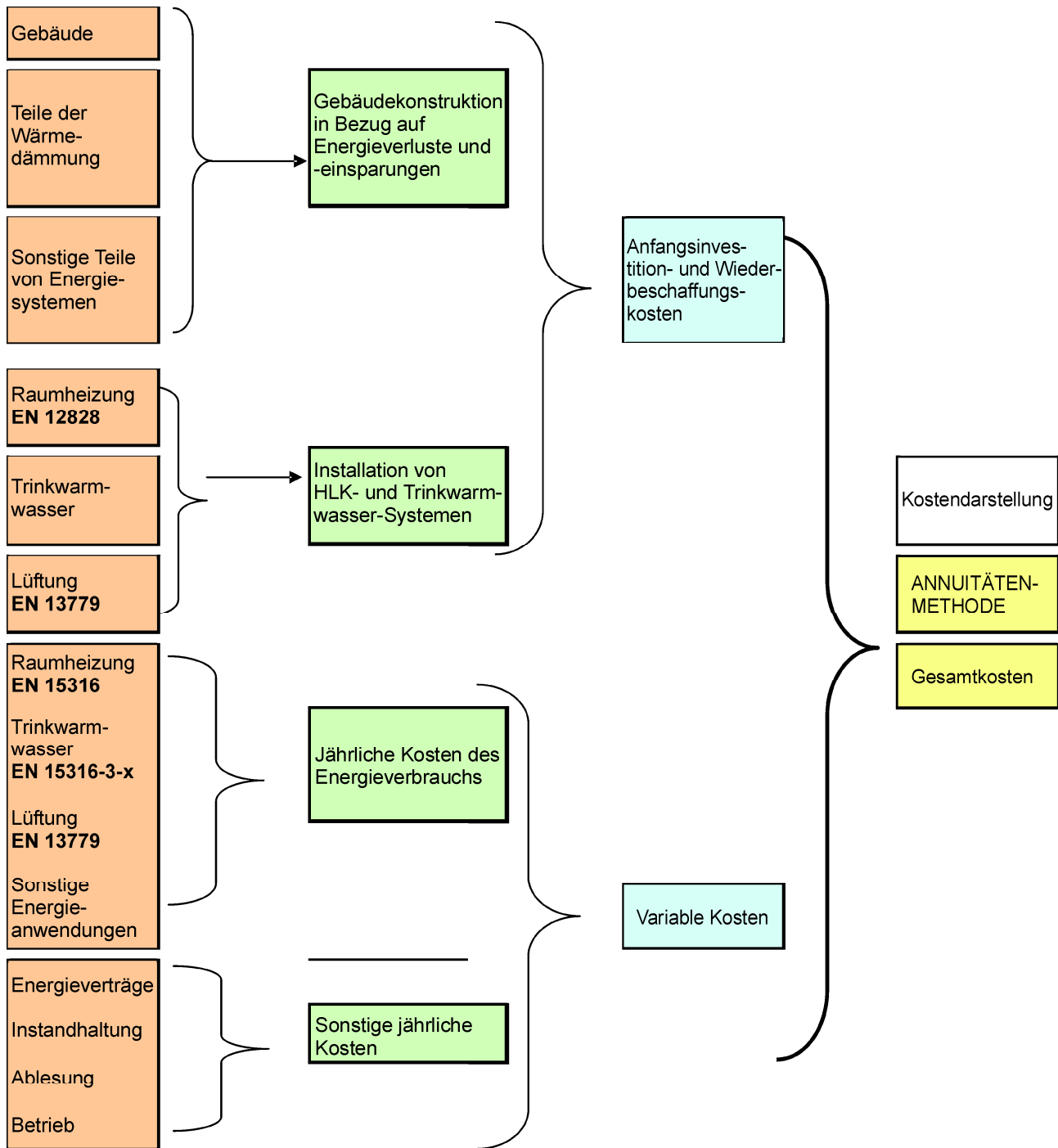


Bild 1 — Zusammenhang zwischen den Kosten

5 Grundlegende Berechnungen

5.1 Zinssatz, Diskontsatz, Barwertfaktor und Annuitätsfaktor

5.1.1 Realzinssatz

Der Realzinssatz hängt vom Marktzinssatz R und der Inflationsrate R_i ab (die beide vom Jahr i abhängen können, hier jedoch als konstant angenommen werden):

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i / 100} \quad \% \quad (1)$$

5.1.2 Diskontsatz

Der Diskontsatz hängt vom Realzinssatz R_R und von der zeitlichen Planung der betreffenden Kosten ab (d. h. Anzahl der Jahre nach dem Ausgangsjahr):

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R / 100} \right)^p \quad (-) \quad (2)$$

5.1.3 Barwertfaktor

Der Barwertfaktor hängt vom Realzinssatz R_R und von der Anzahl der Jahre n ab, die bei den jährlichen Kosten berücksichtigt werden:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R / 100)^{-n}}{R_R / 100} \quad (-) \quad (3)$$

5.1.4 Annuitätsfaktor

Der Annuitätsfaktor ist der Kehrwert des Barwertfaktors:

$$a(n) = \frac{1}{f_{pv}(n)} \quad (4)$$

5.2 Gesamtkosten

5.2.1 Grundregeln der Berechnung

Die Berechnung der Gesamtkosten kann durch einen die einzelnen Komponenten oder Anlagen betrachtenden Ansatz erfolgen, bei dem die Anfangsinvestitionskosten C_1 sowie – für jede Komponente oder jede Anlage j – die jährlichen Kosten für jedes Jahr i (im Vergleich zum Ausgangsjahr) und der Restwert betrachtet werden. Die Gesamtkosten hängen direkt mit der Dauer des Berechnungszeitraums τ zusammen.

$$C_G(\tau) = C_1 + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (€) \quad (5)$$

Dabei ist

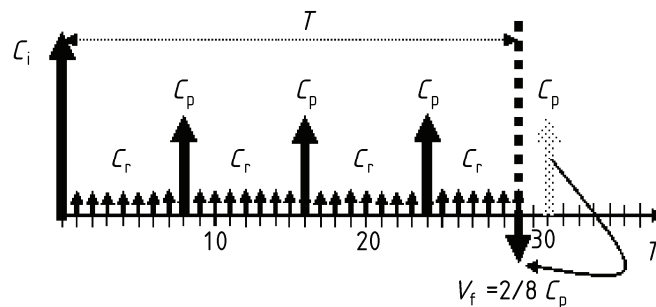
- $C_G(\tau)$ Gesamtkosten (im Vergleich zum Ausgangsjahr τ_0);
- C_1 Anfangsinvestitionskosten;
- $C_{a,i}(j)$ jährliche Kosten für Komponente j im Jahr i (einschließlich variabler Kosten und periodischer oder Wiederbeschaffungskosten);
- $R_d(i)$ Diskontsatz für das Jahr i ;
- $V_{f,\tau}(j)$ Restwert von Komponente j am Ende des Berechnungszeitraums (im Vergleich zum Ausgangsjahr τ_0).

Die Berechnung kann entweder mit detaillierten Kostendaten auf jährlicher Basis oder mit allgemeinen Daten durch wirtschaftliche Berechnung für jede Komponente vorgenommen werden.

Bei dynamischen Berechnungen werden jährliche Schwankungen des Diskontsatzes sowie jährliche Schwankungen der Preisentwicklungsrates für jegliche in den jährlichen Kosten berücksichtigte Kosten (d. h. Energie-, Betriebs-, periodische oder Wiederbeschaffungs-, Instandhaltungs- und Zusatzkosten) berücksichtigt.

5.2.2 Berechnung des Restwertes

Der Restwert $V_{f,\tau}(j)$ einer Komponente wird durch lineare Abschreibung der Anfangsinvestition bis zum Ende des Berechnungszeitraums ermittelt und bezieht sich auf den Anfang des Berechnungszeitraums.



Legende

- C_1 Anfangsinvestitionskosten
- C_r variable Kosten
- C_p periodische Kosten
- V_f Restwert
- T Berechnungszeitraum

Bild 2 — Veranschaulichung des Konzepts des Restwertes

Falls der Berechnungszeitraum τ die Lebensdauer $\tau_n(j)$ der betrachteten Komponente (j) überschreitet, werden die letzten Wiederbeschaffungskosten für die lineare Abschreibung herangezogen:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p / 100)^{n_\tau(j) * \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_\tau(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau) \tag{6}$$

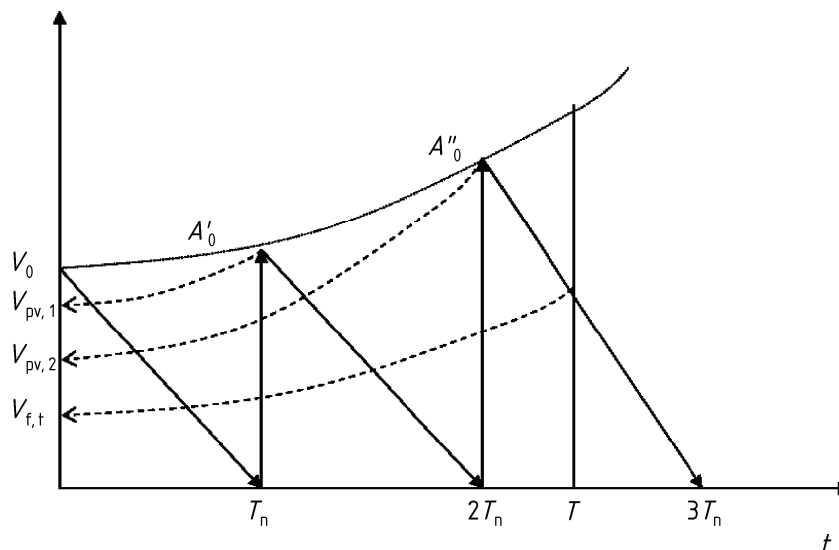
Dabei ist

- $V_0(j) \times (1 + R_p / 100)^{n_\tau(j) * \tau_n(j)}$ die letzten Wiederbeschaffungskosten (zum Zeitpunkt der Wiederbeschaffung) unter Berücksichtigung der Preisentwicklungsrate für Produkte (R_p);
- $n_\tau(j)$ die Gesamtzahl der Wiederbeschaffung von Komponente j während des Berechnungszeitraums;
- $\left[\frac{(n_\tau(j) + 1) * \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right]$ die lineare Abschreibung der letzten Wiederbeschaffungskosten (d. h. die verbleibende Lebensdauer am Ende des Berechnungszeitraums der letzten Wiederbeschaffung von Komponente j , dividiert durch die Lebensdauer von Komponente j);
- $R_d(\tau)$ der Diskontsatz am Ende des Berechnungszeitraums.

Die Gesamtkosten für die Wiederbeschaffung von Komponente j während des betrachteten Berechnungszeitraums (einschließlich Anfangsinvestition) sind die Summe aus:

- Anfangsinvestition V_0 ;
- Wiederbeschaffungskosten (A'_0, A''_0 usw.): jedes Mal, wenn das Ende der Lebensdauer einer Komponente erreicht wird, muss die Komponente ersetzt werden, wobei für die Kosten die Preisentwicklungsrate für Produkte und der Diskontsatz heranzuziehen sind.

Bild 3 zeigt ein Beispiel dieses Prinzips mit dem Berechnungszeitraum ($\tau = T =$ z. B. 30 Jahre) und der Lebensdauer der Komponente ($\tau_n = T_n =$ z. B. 12 Jahre).



Legende

- V_0 Investitionskosten
- A'_0 Wiederbeschaffungskosten für die Komponente für T_n , Nennwert
- A''_0 Wiederbeschaffungskosten für die Komponente für $2T_n$, Nennwert
- $V_{pv,1}$ Barwert für die Wiederbeschaffung der Komponente für T_n
- $V_{pv,2}$ Barwert für die Wiederbeschaffung der Komponente für $2T_n$
- $V_{f,t}$ Restwert
- T_n Lebensdauer der Komponente
- T Berechnungszeitraum

Bild 3 — Wertentwicklung während des Berechnungszeitraums

Die Gesamtkosten werden bestimmt durch $V_0 + V_{pv,1} + V_{pv,2}$, dabei ist:

$$V_{pv,1} = A'_0 \times R_d(\tau_n) \quad \text{und} \quad A'_0 = V_0 \times (1 + R_p/100)^{\tau_n};$$

$$V_{pv,2} = A''_0 \times R_d(2\tau_n) \quad \text{und} \quad A''_0 = V_0 \times (1 + R_p/100)^{2\tau_n}.$$

Der Restwert wird durch lineare Abschreibung der letzten Wiederbeschaffungskosten berechnet, folglich ist:

$$V_{f,\tau} = A''_0 \times R_d(\tau) \times \frac{3 \times \tau_n - \tau}{\tau_n} = V_0 \times (1 + R_p/100)^{2\tau_n} \times R_d(\tau) \times \frac{3 \times \tau_n - \tau}{\tau_n}$$

5.3 Annuitätsberechnung

5.3.1 Allgemeines

Ein alternativer Ansatz ist die Ermittlung der Annuitätskosten des Gebäudes. Bei dem Verfahren der Annuitätsberechnung werden alle Kosten in auf Jahresbasis bezogene mittlere Kosten umgewandelt.

Während sich mit dem Verfahren der Gesamtkostenberechnung ein Wert der Gesamtkosten über den betrachteten Berechnungszeitraum τ ergibt, wandelt das Verfahren der Annuitätsberechnung durch Anwendung des Annuitätsfaktors $a(n)$ sämtliche Kosten in jährliche Kosten um.

Die Berechnungen werden für den betrachteten Berechnungszeitraum τ in drei Teile unterteilt:

- Investitionskosten, bezogen auf den zu berücksichtigenden Teil des Bauwerks sowie auf sämtliche Komponenten und Anlagen mit einer Lebensdauer, die größer oder gleich der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes ist, werden gleichmäßig auf die geplante Amortisationszeit des Gebäudes aufgeteilt;
- periodische oder Wiederbeschaffungskosten werden gleichmäßig auf die Anzahl der zwischen der Entstehung der Kosten liegenden Jahre aufgeteilt;
- auf jährlicher Basis angegebene variable Kosten sind definitionsgemäß jährliche Kosten.

Bei dynamischen Berechnungen werden jährliche Schwankungen des Diskontsatzes sowie jährliche Schwankungen der Preisentwicklungsrate für sämtliche betrachtete Kosten berücksichtigt (siehe 5.3.5).

Eine vereinfachte Version der Berechnungen der auf Jahresbasis bezogenen Kosten ergibt sich, wenn Diskontsatz und jährliche Kosten während des Berechnungszeitraums konstant sind:

$$AC = C_r + \sum_i (a(i) \times (\sum_j V_0(j))) + a(\tau_{\text{Gebäude}}) \times (\sum_j V_0(j)) \quad (7)$$

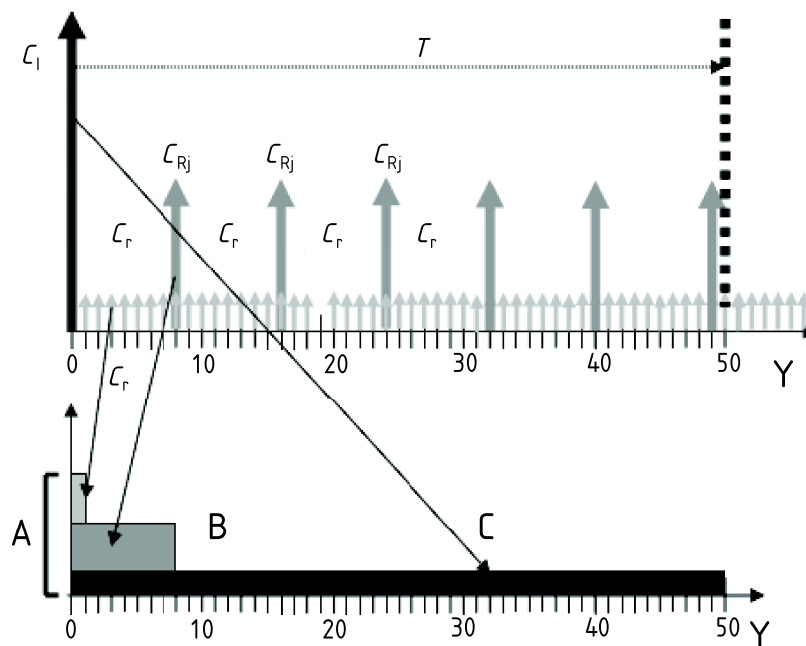
für j , wobei $\tau_n(j) = i < \tau_{\text{Gebäude}}$ für j , wobei $\tau_n(j) \geq \tau_{\text{Gebäude}}$

Dabei ist

- | | |
|---|---|
| C_r | gesamte variable Kosten (siehe 5.3.4); |
| $\sum_i (a(i) \times (\sum_j V_0(j)))$ | gesamte auf Jahresbasis bezogene Kosten, bezogen auf Wiederbeschaffung der Komponenten oder Anlagen j , deren Lebensdauer geringer ist als die geplante Amortisationszeit des Gebäudes (siehe 5.3.3); |
| $a(\tau_{\text{Gebäude}}) \times (\sum_j V_0(j))$ | gesamte annualisierte Kosten für die Komponenten oder Anlagen j , die während der Lebensdauer des Gebäudes nicht ausgetauscht werden (siehe 5.3.2). |

Tabelle 2 — Zusammenhang der Annuitätsberechnung

Komponente Nr.	Ausgangswert		2	3		n			$\tau_{\text{Gebäude}}$ (nicht ausgetauschte Komponenten)	Σ
1	$V_0(1)$		0	1	0	0	0		0	Σ (Zeile) = 1
			0	0	1	0	0		0	1
j	$V_0(j)$		0	0	0	1	0		0	1
k	$V_0(k)$		0	0	0	1	0		0	1
l	$V_0(l)$		0	0	0	0	1		0	1
			0	0	0	0	1		0	1
y	$V_0(y)$		0	0	0	0	0		1	1
Summe			$a(2) \Sigma$	$a(3) \Sigma$		$a(n) \Sigma$			$a(\tau_{\text{Gebäude}}) \Sigma$	



Legende

- C_i Anfangsinvestitionskosten
- C_r variable Kosten
- $C_{R,j}$ Wiederbeschaffungskosten
- T geplante Amortisationszeit (50 Jahre)
- A Kostenverteilung
- B $C_{R,j}$, 8 Jahre
- C C_i , 50 Jahre
- Y Jahr

Bild 4 — Darstellung der Annuitätskosten

5.3.2 Annuitätsberechnung für während der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes nicht ausgetauschte Komponenten

Sämtliche Anfangskosten der Komponenten oder Anlagenteile, die während der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes nicht ausgetauscht werden, werden mit dem entsprechenden Annuitätsfaktor $a(\tau_{\text{Gebäude}})$ multipliziert.

Für $R_i = 2\%$, $R = 4,5\%$ und $\tau_{\text{Gebäude}} = 50$ Jahre ist der Annuitätsfaktor $a(\tau_{\text{Gebäude}}) = 0,0349$ (siehe Anhang E, Schritt 6).

5.3.3 Annuitätsberechnung für wiederbeschaffte Komponenten

Die Anfangswiederbeschaffungskosten sind mit dem entsprechenden von R_p (Preisentwicklungsrates für Produkte) und der Lebensdauer der betreffenden Komponente abhängigen Annuitätsfaktor zu multiplizieren. (siehe Anhang A).

Für $R_p = 2\%$, $R = 4,5\%$ und τ_n (Kessel) = 15 Jahre ist der entsprechende Annuitätsfaktor 0,0805 (siehe Anhang E, Schritt 6).

5.3.4 Annuitätsberechnung für variable Kosten

Variable Kosten umfassen jährliche Energiekosten, Betriebskosten, Instandhaltungskosten und zusätzliche Kosten für Anlage und Gebäude:

$$C_r = (C_e + C_o + C_m + C_{ad}) \quad (8)$$

Dabei ist

C_r variable Kosten;

C_x spezifische variable Kosten (d. h. Index e: Energie-, o: Betriebs-, m: Instandhaltungs-, ad: Zusatzkosten).

Für dynamische Berechnungen wird der dynamische Preisfaktor β_x eingeführt (siehe 5.3.5), und die variablen Kosten werden wie folgt ermittelt:

$$C_r = (C_e \times \beta_e + C_o \times \beta_o + C_m \times \beta_m + C_{ad} \times \beta_{ad}) \quad (9)$$

Dabei ist

C_r variable Kosten während des Berechnungszeitraums;

C_x spezifische variable Kosten;

β_x spezifischer dynamischer Preisfaktor;

Index x : = e: Energiekosten, = o: Betriebskosten, = m: Instandhaltungskosten, = ad: Zusatzkosten.

5.3.5 Einfluss der Preisentwicklung auf dynamische Berechnungen

Falls erwartet wird, dass sich jährliche Kosten während des Berechnungszeitraums ändern, müssen diese Kosten mit dem dynamischen Preisfaktor β_x multipliziert werden, um den Barwert der jährlichen Kosten während des Berechnungszeitraums zu ermitteln. Der dynamische Preisfaktor ist eine Funktion der Inflationsrate R_i , des Marktzinssatzes R und der betrachteten Preisentwicklungsrate R_x :

$$\beta_x = \frac{1 - \left(\frac{1 + R_x / 100}{1 + R / 100} \right)^{\tau_{\text{Gebäude}}}}{1 - \left(\frac{1 + R_i / 100}{1 + R / 100} \right)^{\tau_{\text{Gebäude}}}} \times \frac{(R - R_i) / (1 + R_i / 100)}{(R - R_x) / (1 + R_x / 100)} \quad (10)$$

und $R_x = R_i$ bedeutet $\beta_x = 1$.

Dynamische Berechnungen sind in nationalen Verfahren oder Normen dargelegt.

6 Grundregeln des Verfahrens

6.1 Allgemeines

Bild 5 zeigt die im Anschluss beschriebenen einzelnen Verfahrensschritte.

Die Abfolge ist linear.

Einige der Daten sind lediglich zu Informationszwecken angegeben (Projektumfeld), müssen jedoch dokumentiert werden, um einen Vergleich von Gebäuden oder die Anwendung von im Hochbau üblichen Kostenverhältnissen (z. B. Kosten je Flächeneinheit) zu ermöglichen.

Die Parameter sind entsprechend den Parametern für die Energiepass-Erstellung des Gebäudes zu wählen.

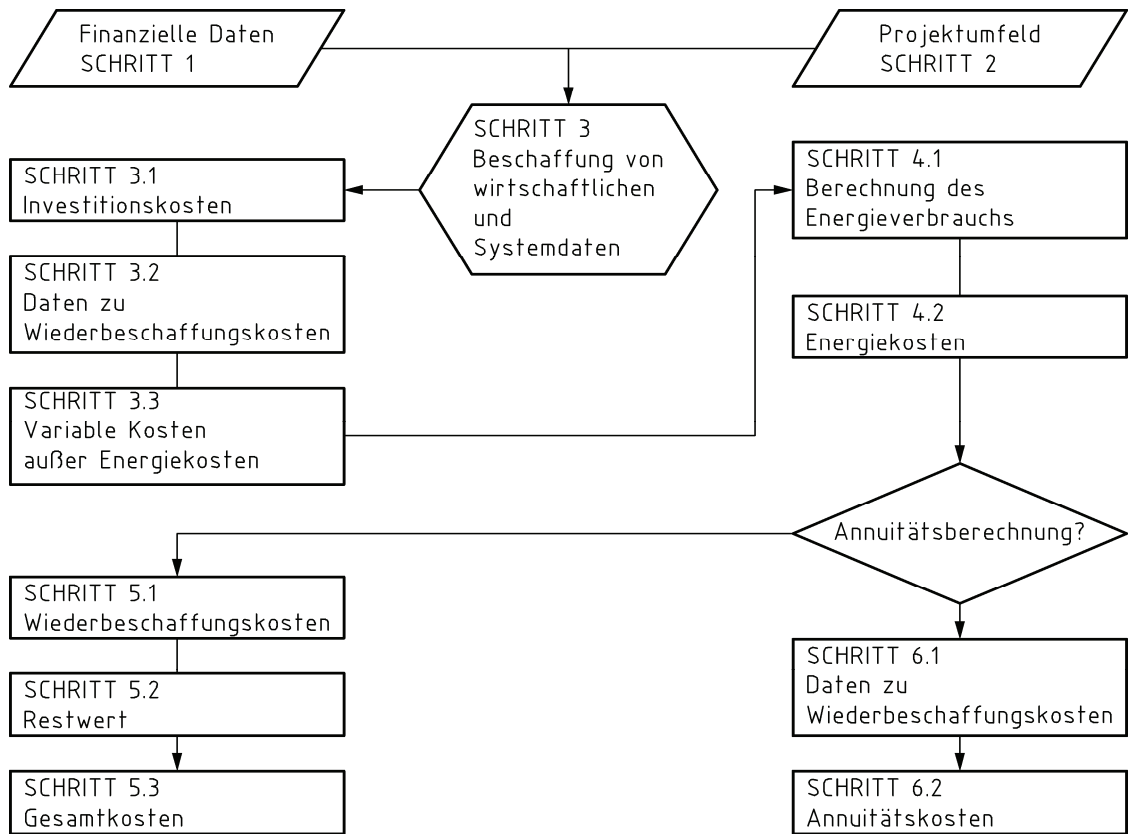


Bild 5 — Flussdiagramm der einzelnen Stufen des Verfahrens

6.2 SCHRITT 1 – Finanzielle Daten

6.2.1 Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum kann entsprechend den Zielen der Berechnung festgelegt werden (oder vom Gebäude-Eigentümer angegeben werden). Als ein Standardwert könnte die zu erwartende Lebensdauer des Gebäudes dienen. Es könnte jedoch auch von Interesse sein, die Berechnung für einen kürzeren Berechnungszeitraum durchzuführen, z. B. zur Abschätzung der Kosten während der Hypothekelaufzeit.

Für den Betrachtungszeitraum wird die Anzahl der Jahre berücksichtigt, die für das Verfahren zur Berechnung der Gesamtkosten relevant sind. Beim Verfahren der Annuitätsberechnung ist nur die geplante Amortisationszeit des Gebäudes maßgebend.

6.2.2 Finanzrate

Die Inflationsrate wird aus den verfügbaren Daten von Wirtschaftsinstituten als ein Mittelwert während des Berechnungszeitraums ermittelt bzw. abgeschätzt.

Der Marktzinssatz ist der mittlere zu erwartende Wert des Zinssatzes im Berechnungszeitraum.

6.2.3 Betriebspersonalkosten

Die Entwicklungsrate für Betriebspersonalkosten hängt von den Kosten des Betriebspersonals ab (normalerweise ist die Preisentwicklungsrate für Betriebspersonal höher als die Inflationsrate). Es ist der im Berechnungszeitraum mittlere zu erwartende Wert anzuwenden.

6.2.4 Energiepreise

Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Entwicklungsrate für Energiepreise gleich der Inflationsrate ist. Informationen können über die Energieversorgungsunternehmen bezogen werden oder den von der Europäischen Kommission oder nationalen statistischen Ämtern regelmäßig zur Verfügung gestellten Wirtschafts-analysedaten entnommen werden.

ANMERKUNG Zusätzliche Informationen zu Wasserversorgungskosten für das Gebäude können zu den jährlichen Kosten hinzuaddiert werden.

6.3 SCHRITT 2 – Allgemeine Informationen zum Projekt

6.3.1 Ermittlung von Anlagen

In diesem Schritt werden die Anlagen ermittelt, die in der wirtschaftlichen Betrachtung zu berücksichtigen sind; ferner werden Projektdaten beschafft, die zur Durchführung der Berechnungen erforderlich sind. Die Informationen werden von der Projektplanung und vom Auftragnehmer beschafft.

6.3.2 Projektumfeld

Diese Daten sind zu Informationszwecken angegeben, da sie erforderlich sind, um die Beschränkungen zu ermitteln, welche den Energieverbrauch sowie die Auswahl zwischen alternativen Lösungsmöglichkeiten bestimmen bzw. beeinflussen können, die analysiert werden:

- Land oder Region;
- Lage des Gebäudes, z. B. Stadtzentrum, städtische Lage;
- bauliche Beschränkungen hinsichtlich der äußeren Aspekte des Gebäudes (Dach, Gebäudehülle);
- Art des Gebäudes (z. B. Reihenhaus, frei stehendes Haus, Doppelhaus, mehrstöckige Gebäude);
- Lärm.

6.3.3 Meteorologische und umweltbezogene Daten (nicht zwingend)

Diese Daten dienen der Information.

6.3.4 Beschränkungen/Möglichkeiten in Bezug auf Energie

Die amtlichen Energieanforderungen an Gebäudesubstanz und Systeme (diese Daten sind erforderlich, um die Beschränkungen/Möglichkeiten von HLK-Anlagen in Bezug auf Energie zu ermitteln):

- verbotene Brennstoffe;
- Ausrichtung des Gebäudes;
- Schornstein (möglich oder nicht möglich);
- Fernwärmeanschluss (vorhanden oder nicht vorhanden);
- Schwierigkeiten bei der Energieversorgung bzw. der Brennstoffversorgung;
- Nähe bzw. Anschlussmöglichkeit zum Gasnetz;
- Möglichkeiten für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen (z. B. Sonnenkollektoren, Brennstoffzellen, freie Lüftung, Wärmepumpe).

Im Hinblick auf Komfort und Gebäudenutzung bzw. -belegung sind die Kundenwünsche zu ermitteln.

6.4 SCHRITT 3 – Anlageneigenschaften

6.4.1 Beschaffung von Anlagendaten

Es werden Daten gesammelt, die Komponenten und Anlagen betreffen; darüber hinaus werden Informationen zu Lebensdauer, Instandhaltung und Betrieb zusammengetragen.

Anhang A liefert einige Standardwerte für Hauptkomponenten.

6.4.2 SCHRITT 3.1 – Investitionskosten für Anlagen in Bezug auf Energie

6.4.2.1 Allgemeines

Dieser Schritt wird für die in Schritt 2 ermittelten Anlagen angewendet, die mit Energie und Energieeinsparung zusammenhängen.

Tabelle 3 liefert Beispiele für unterschiedliche Anwendungen des Berechnungsverfahrens.

Tabelle 3 — Beispiele für die in der Kostenberechnung zu berücksichtigende Anlagen

Beispiel der Kostenberechnung	Heizung	Brauchwarmwasser	Lüftung	Kühlung	Beleuchtung	Bausubstanz und Isolierung
Bestehendes Gebäude Vergleich zwischen zwei Heizungsanlagen	X	X				
Neues Gebäude Schätzung der annualisierten Kosten	X	X	X	X	X	X
Bestehendes Gebäude Vergleich zwischen zwei Heizungsanlagen mit Beschränkung auf den Heizbedarf (Isolierung des Gebäudes)	X		X	X		X
Bestehendes Gebäude Abwägung zwischen effektiveren Heizungsanlagen und der Isolierung der Gebäudehülle	X					X

Beispiele für Anlagenbeschreibungen sind in Anhang B angegeben.

Die in 6.4.2.2 bis 6.4.2.8 angegebenen Listen dienen der Information und sind entsprechend den Zielen der Berechnung auszufüllen.

6.4.2.2 Investitionskosten für die Gebäudekonstruktion

Hier wird der Teil des Gebäudes angegeben, der mit der Gesamtenergieeffizienz bzw. dem Energieverbrauch zusammenhängt (z. B. Bausubstanz, Wärmedämmung, Öffnungen, Verglasungen, Türen, Sonnenschutz).

Die Berechnung kann für die gesamte Gebäudestruktur erfolgen, wobei sich jedoch in diesem Fall der Einfluss des Energiesystems verringert.

6.4.2.3 Raumheizung

Erzeugung und Speicherung:

- umfasst Kessel oder Wärmepumpe oder Übergabestation mit Regelung und Wärmetauscher;
- Sonnenkollektoren;
- sonstige (z. B. Fernwärme, Kraft-Wärme-Kopplung, Brennstoffzellen);
- umfasst Speichertank und Regelungssystem (Ventile, Messfühler, Wärmetauscher, Pumpe).

Verteilung:

- Hauptrohrleitungen, Pumpe(n) und Differenzdruckregler;
- elektrische Leitungen für die Regelung;
- elektrische Leitungen für elektrische Wärmeübergabeeinrichtungen.

Übergabe:

- Heizkörper;
- eingebettete Systeme (Fußbodenheizung, Wandheizung) sind als Teil des Wärmeübergabesystems zu betrachten und nicht als Teil der Gebäudekonstruktion;
- elektrische Wärmeübergabeeinrichtungen (einschließlich Radiatoren, Konvektoren und Wärmespeichereinrichtungen mit dem jeweiligen Regelungssystem).

Regelung:

- es sind die Funktionen und Produkte zu berücksichtigen, die zur effizienten Heizungsregelung erforderlich sind (siehe die Reihe EN 12098).

6.4.2.4 Trinkwarmwasser

Trinkwarmwasseranlagen umfassen:

- Erzeugung (z. B. Kessel, Wärmepumpe, Wärmetauscher, elektrische Boiler);
- Speicherung (zwischengeschaltete Speicherheizung);
- Verteilung (z. B. Rohrleitungen, Mischventil, Thermostatventil);
- Übergabe (Thermostatventil, Mischventil);
- Regelung (Temperatur, Füllstandsregelung für Speicherung).

6.4.2.5 Lüftung

Lüftungsanlagen umfassen:

- Luftversorgung;
- Verteilung (Leitungen, Ventilatoren);
- Übergabe;
- Regelung (einschließlich Filter, Raumregelung).

ANMERKUNG Freie Lüftung ist unmittelbar verbunden mit dem Entwurf des Gebäudes, jedoch sollten in diesem Teil spezielle Einrichtungen erwähnt werden, die für den Luftein- sowie -auslass erforderlich sind.

6.4.2.6 Raumkühlung

Raumkühlungsanlagen umfassen:

- Erzeugung (bezüglich Heizung oder besonderer Kälteanlagen);
- Speicherung (falls nötig);
- Verteilung (Rohrleitungen, Differenzdruckregler);
- Übergabe;
- Regelung.

6.4.2.7 Beleuchtung

- Art der Beleuchtung und damit verbundenes Regelungssystem;
- Sonnenschutz und Verdunklung kann behandelt werden, falls die natürliche Beleuchtung verbessert wird.

6.4.2.8 Anschluss an die Energieversorgung

- es sind die besonderen Kosten zu berücksichtigen, die durch den Anschluss an das Energienetz und den besonderen Schutz in der elektrischen Baugruppe entstehen;
- Speichertank für Heizöl, -gas oder Biomasse.

6.4.2.9 Weitere Systeme

Jegliche Prozesse, die Energie umfassen und für das Gebäude rückgewinnbar sein können.

Gebäudeleitsysteme, die überwachende Funktionen einführen, welche die Verknüpfung unterschiedlicher Systeme oder die Senkung der Kosten von Energieverträgen zulassen, sollten als besondere Kosten berücksichtigt werden. Andernfalls sind Regelungsfunktionen (und damit zusammenhängende Kosten) innerhalb des jeweiligen Systems zu berücksichtigen.

6.4.3 SCHRITT 3.2 – Periodische Kosten für Wiederbeschaffungen

In diesem Schritt werden die zeitliche Planung und die Kosten für die Wiederbeschaffung von Anlagen und Komponenten zusammengetragen.

In Anhang A sind einige Daten zur Lebensdauer von Komponenten angegeben.

6.4.4 SCHRITT 3.3 – Variable Kosten außer Energiekosten

6.4.4.1 Betriebskosten (außer Energie)

Betriebskosten sind die für die Energieversorgung des Gebäudes entstehenden Kosten.

6.4.4.2 Instandhaltung und Instandsetzung

Zu betrachten sind Inspektionsgebühren und Verschleißteile oder jährliche Reinigungs- und Instandhaltungsverträge für Komponenten und Anlagen.

Da bei Heizungs- und Klimaanlageanlagen regelmäßige Inspektionen der Energiesysteme vorgeschrieben sind, müssen die entsprechenden Überprüfungen in die regelmäßige Instandhaltung (von z. B. Kesseln, Kälteanlagen) mit aufgenommen werden.

6.4.4.3 Zusätzliche Kosten

Hierzu gehören Versicherungen und Steuern, die mit Energiesystemen zusammenhängen. Beispielsweise besondere Steuern für Umweltverschmutzung oder Energieverbrauch.

6.5 SCHRITT 4 – Energiekosten

6.5.1 Allgemeines

Energiekosten werden hauptsächlich in zwei Teile unterteilt:

- der erste Teil ist unmittelbar mit dem Energieverbrauch entsprechend der Ableseeinrichtungen oder dem Heizölbedarf des Gebäudes verbunden. Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs muss sich auf den Energieinhalt des Brennstoffs entsprechend den Angaben des Lieferanten beziehen;
- der zweite Teil entspricht der vom Versorgungsunternehmen bezogenen Energiemenge oder der Miete für Energiesysteme (z. B. Gasspeicher, Stromumwandlung).

Für Fernwärmesysteme können besondere Lieferbedingungen gelten.

Umweltschutzkosten (oder Sozialkosten) können ebenfalls als energiebezogene Kosten herangezogen werden.

Energieverkäufe werden (sofern zutreffend) getrennt als negative Kosten berücksichtigt.

6.5.2 SCHRITT 4.1 – Berechnung des Energieverbrauchs

Die Berechnung sollte nach genormten Verfahren erfolgen. prEN 15603 lässt die Berechnung des Energieverbrauchs für das gesamte Gebäude zu. Wenn die Wirtschaftlichkeitsanalyse nur einige Energiesysteme berücksichtigt, dürfen auch bei der Berechnung des Energieverbrauchs nur diese Systeme berücksichtigt werden (z. B. prEN 15316 für Raumheiz- und Trinkwarmwassersysteme).

Der Ergebnisbericht sollte eine Verweisung auf die Normen (oder spezifischen Verfahren) enthalten.

6.5.3 SCHRITT 4.2 – Energiekosten

Der Energieverbrauch ist mit Tarifen bzw. Preisregelungen für die betreffende Energieart verbunden.

In einigen Fällen muss der Energieverbrauch entsprechend der veränderlichen Tarife des Versorgungsunternehmens berechnet werden. Diese Tarife (hauptsächlich für Elektrizität) können sowohl im Laufe des Tages als auch während unterschiedlicher Perioden im Jahr schwanken.

Erneuerbare Energiequellen oder Energieverkäufe (Elektrizität oder Warmwasser) müssen entweder als finanzielles Einkommen betrachtet werden (, da Elektrizität aus Photovoltaikzellen direkt im Versorgungsnetz verkauft werden kann) oder als Verfahren der Energiekostenreduzierung für das Gebäude (Beispiel: Sonnenkollektoren). Die Planung des Systems muss in Übereinstimmung mit diesen zwei Möglichkeiten betrachtet werden.

6.6 SCHRITT 5 – Gesamtkosten-Berechnung

6.6.1 SCHRITT 5.1 – Berechnung der Wiederbeschaffungskosten

Wiederbeschaffungskosten während des Berechnungszeitraums werden auf der Grundlage der in Schritt 3.2 bestimmten Zeitplanung und der Kosten für die Wiederbeschaffung von Amlagen und Komponenten ermittelt.

Der Barwertfaktor oder Diskontsatz wird dazu verwendet, die Kosten auf das Ausgangsjahr zu beziehen.

6.6.2 SCHRITT 5.2 – Berechnung des Restwerts

Der Restwert am Ende des Berechnungszeitraums wird durch Summierung der Restwerte aller Anlagen und Komponenten ermittelt.

Der Restwert einer spezifischen Anlage oder einer spezifischen Komponente wird mittels der verbleibenden Lebensdauer (am Ende des Berechnungszeitraums) der letzten Wiederbeschaffung der Anlage oder der Komponente ermittelt, wobei eine lineare Abschreibung über die Lebensdauer vorausgesetzt wird. Der Restwert wird ermittelt, indem die verbleibende Lebensdauer durch die Lebensdauer dividiert, mit den Kosten der letzten Wiederbeschaffung multipliziert und durch den entsprechenden Diskontsatz auf das Ausgangsjahr bezogen wird.

Bild 3 zeigt das Verfahren der Berechnung für eine Einheit (Komponente oder Anlage).

6.6.3 SCHRITT 5.3 – Berechnung der Gesamtkosten

Die unterschiedlichen Kostenarten (Anfangsinvestitionskosten, periodische und Wiederbeschaffungskosten, variable Kosten) sowie der Restwert werden in Gesamtkosten umgewandelt (d. h. auf das Ausgangsjahr bezogen), indem der entsprechende Barwertfaktor (bzw. Diskontsatz) angewendet wird.

Der Barwertfaktor (oder Diskontsatz) kann aufgrund der unterschiedlichen Preisentwicklungsraten für Energie, Betriebspersonal, Produkte, Instandhaltung und zusätzliche Kosten für verschiedene Kostenarten unterschiedlich sein.

Die summierten Gesamtkosten ergeben sich durch Summierung der Gesamtbeträge von Anfangsinvestitionskosten, periodischen und Wiederbeschaffungskosten, jährlichen Kosten und Energiekosten und das anschließende Subtrahieren des Restwertes.

Anhang C veranschaulicht das Datenblatt mit den Ergebnissen.

6.7 SCHRITT 6 – ANNUITÄTSKOSTENBERECHNUNG

Die Annuitätskostenberechnung wird für jede Komponente eines Teils der Anlage nach 5.3 durchgeführt.

Der Berechnungszeitraum für die Annuitätskostenberechnung ist festgelegt und entspricht der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes.

Die gesamten annualisierten Kosten werden ermittelt durch Summierung der annualisierten Kosten von Anlagen und Komponenten (Investition und Wiederbeschaffung), der jährlichen Kosten (Betriebskosten, Instandhaltungskosten, Zusatzkosten) und der Energiekosten (siehe Anhang D).

Die verschiedenen Kostenarten werden durch Anwendung des entsprechenden Annuitätsfaktors in annualisierte Kosten umgewandelt (siehe Beispiel in Anhang E).

Für Anlagen und Komponenten, deren Lebensdauer höher oder gleich der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes ist, werden die annualisierten Kosten mit Hilfe der Anfangsinvestitionskosten und des der Amortisationszeit entsprechenden Annuitätsfaktors bestimmt.

Für Anlagen und Komponenten, deren Lebensdauer geringer als der Berechnungszeitraum ist, werden die annualisierten Kosten mit Hilfe der Wiederbeschaffungskosten und des der Lebensdauer entsprechenden Annuitätsfaktors bestimmt.

Jährliche Kosten und Energiekosten sind definitionsgemäß annualisierte Kosten.

Annuitätskosten entsprechen den mittleren jährlichen Kosten im Jahr 0.

Anhang A (informativ)

Wirtschaftlichkeitsdaten für Energiesysteme

Tabelle A.1 enthält einige Daten zu Lebensdauer, jährlichen Instandhaltungskosten und Entsorgungskosten von Komponenten und Produkten. Spalte 3 gibt einen Gesamtwert an. Genauere Werte der für Instandhaltung, Reparatur und Wartung entstehenden Kosten können in nationalen Anhängen angegeben sein.

Die Begriffe entsprechen bestehenden Normen.

Tabelle A.1 — Daten zu Lebensdauer und Instandhaltungskosten

Komponente	Lebensdauer min - max (Jahre)	Vorbeugende jährliche Instandhaltungskosten, einschließlich Betriebs-, Reparatur- und Wartungskosten in % der Anfangsinvestition	Entsorgungskosten in % der Anfangsinvestition
Klimaanlagen	15	4	
Luftkühler	15–20	2	
Elektrische Luftherhitzer	15–20	2	
Dampfbetriebene Luftherhitzer	15–20	2	
Wasserbetriebene Luftherhitzer	15–20	2–4	
Brennwertkessel	20	1–2	
Kessel mit direkter Abführung	20	1–2	
Kessel mit Schornsteinabführung	20	1–2	
Brenner, Öl- und Gas-	10	4–6	
Abgasanlage	15–20		
Kondensatoren	20	2	
Regelungsausrüstung	15–20	2–4	
Regelungssystem – Zentral	15–25	4	
Regelungssystem – Raumregelung	15–25	4	
Automatische Regelventile	15	6	
Manuelle Regelventile	30	4	
Konvektoren	20	1	
Kältekompressoren	15	4	
Kühldecken	30	2	
Drosselklappen	20	1	

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Komponente	Lebensdauer min - max (Jahre)	Vorbeugende jährliche Instandhaltungskosten, einschließlich Betriebs-, Reparatur- und Wartungskosten in % der Anfangsinvestition	Entsorgungskosten in % der Anfangsinvestition
Motorbetriebene Drosselklappen	15	4	
Diffusoren	20	4	
Doppelschachtgehäuse	15	4	
Luftleitungen/-kanäle für gefilterte Luft	30	2	
Luftleitungen/-kanäle für ungefilterte Luft	30	6	
Elektrische Baugruppe	30	0,5–1	
Elektro-Speicherheizung	20–25	1	1
Elektro-Konvektionsheizung	20–25	1	
Elektrische Fußboden- heizung	25–50* (*) bei einer verein- barten Lebensdauer entsprechend Versuchsergebnissen	2	20
Elektrische Verkabelung	25–50	0,5–1	
Wasser-Fußbodenheizung	50	2	20
Verdampfer	15–20	2	
Ausdehnungsgefäße mit Membran	15	0,5	
Ausdehnungsgefäße mit Druckpolster	15–25	2	
Rostfreie Ausdehnungsgefäße	30	1	
Stahl-Ausdehnungsgefäße	15	2	
Lüftungsgitter	20	10	
Ventilator-konvektoren	15	4	
Ventilatoren	15–20	4	
Ventilatoren mit variablem Volumenstrom	15	6	
Filterrahmen	15	2	
Auszutauschendes Filtermaterial	1	0	
Zu reinigendes Filtermaterial	10	10	

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Komponente	Lebensdauer min - max (Jahre)	Vorbeugende jährliche Instandhaltungskosten, einschließlich Betriebs-, Reparatur- und Wartungskosten in % der Anfangsinvestition	Entsorgungskosten in % der Anfangsinvestition
Feuerschutzklappe, einfach zugänglich	15	8	
Feuerschutzklappe, verborgen	15	15	
Brennstofftank	30	0,5	5–10
Gastank	30	0,5	5
Lüftungsgitter/-ventile im Allgemeinen	30	4	
Wärmepumpen	15–20	2–4	
Zyklische Wärmerückgewin- nungseinrichtungen	15	4	
Statische Wärmerück- gewinnungseinrichtungen	20	4	
Dampfbetriebene Luftbe- feuchter	4–10	4	
Wasserbetriebene Luftbe- feuchter	10	6	
Ablesegeräte	10	1	
Ventile	10	1	
Dieselmotoren	10	4	
Elektrische Motoren	20	1	
Kupferrohre	30	1	
Verbundrohre (siehe Wasser-Fußbodenheizung)	50	1	
Rostfreie Rohre	30	1	
Stahlrohre in geschlossenen Anlagen	30	1	
Stahlrohre in offenen Anlagen	15	1	
Rohrleitungssysteme	30	0,5	
Umwälzpumpen	10–20	2	
Geregelte Pumpen	10–15	1,5–2	
Heizkörperanstrich	20–30	0	
Wasserheizkörper	30–40	1–2	
Automatisches Absperrventil	15	4	
Manuelles Absperrventil	30	2	

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

Komponente	Lebensdauer min - max (Jahre)	Vorbeugende jährliche Instandhaltungskosten, einschließlich Betriebs-, Reparatur- und Wartungskosten in % der Anfangsinvestition	Entsorgungskosten in % der Anfangsinvestition
Sonnenkollektor (Vakuumkollektor oder Plattenkollektor)	15–25	0,5	
Schalldämpfer	30	1	
Speichertank für Trinkwarmwasser	20	1	
Speichertank mit internem Wärmetauscher für Trinkwarmwasser	20	1	
Thermostat für Heizkörper	15	4	
Ventil mit Hilfsenergie	10	1	5
Thermostatventil	20	1,5	5
Volumenstromregler	15	6	
Keilriemenantrieb	10	6	
Verkabelung	30	1	

Anhang B (informativ)

Systembeschreibung

Tabelle B.1 — Beschreibung von Raumheizungsanlagen mit Wärmepumpe als Warmwassererzeuger

Heizungsanlage: Wärmepumpe für Raumheizung	Komponente	Investitions- kosten	Variable Kosten Instandhaltung (als Prozent der Investition)
Entwurf des Systems			Information aus prEN 15450
Übergabe	integrierte Heizflächen (z. B. Fußbodenheizung)	X	Wasseraufbereitung gegen Korrosion und Ablagerungen
	Raumtemperaturregelung	X	Prüfung der Einstellungen
	Freie Heizflächen (z. B. Heizkörper)	X	Reinigung und Abfallentleerung
	Ventilatorkonvektoren	X	Filterreinigung
Verteilung	Heizungsumwälzpumpe	X	Prüfung der Geschwindigkeit (oder des Lärms)
	Rohrleitungen	X	Korrosion Rohrablagerungen (aufgrund von Reinigung)
	Mischventil (ein- schließlich Regelung)	X	Volumenstromabgleich
	Sammelbehälter	X	
	Ausdehnungsgefäß	X	Druck
Speicherung	Entkoppelungs- /Pufferspeicher	X	Korrosionsschutz Verhinderung von Kesselsteinablagerung
	Speicherladepumpe	X	
Erzeugung	Wärmepumpe	X	Überprüfung des Drucks
	Regel- und Steuerung	X	Überprüfung der Einstellung
	Wärmequelle	X	Korrosion Reinigung
	Elektrische Baugruppe	X	Besondere Werte für elektrische Ladung Prüfung von Anschluss und Kabel

Tabelle B.2 — Beschreibung einer Heizungsanlage mit kombinierten Gaskesseln als Warmwassererzeuger für Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung

Heizungsanlage: Kombinierter Kessel für Raumheizung und Trink- warmwasser	Komponente	Investitions- kosten	Spezifische variable Kosten Instandhaltung
Entwurf des Systems			EN 12828
Übergabe Brauchwarmwasser/Heizung	Eingebettete Wärmeübergabe	X	Wasseraufbereitung gegen Korrosion und Ablagerungen
	Raumregelung	X	Prüfung der Einstellung
	Heizkörper	X	
Verteilung Brauchwarmwasser/Heizung	Pumpe	X	
	Rohrleitungen	X	
	Mischventil (einschließ- lich Regelung)	X	Volumenstromabgleich
	Sammelbehälter	X	
	Ausdehnungsgefäß	X	
Speicherung	Behälter, falls kombiniert mit Trinkwarmwasser	Optional	
	Pumpe und Ventil	Optional	
Erzeugung	Energieversorgung — Brennstoff- oder Gastank oder Gasanschluss — elektrischer An- schluss	X	
	Extraraum für Kessel	Optional	Abhängig von gesetzlichen Vorgaben und Kesselleistung
	Kessel	X	Jährliche Inspektion hinsichtlich Verbrennung und Sicherheit
	Regelungssystem	X	
	Kondensatablass	X	
	Abgasanlage	X	
Weitere Kosten	Ablesung (Kostenzuordnung)	X	Im Falle individueller Verteilung vom Zentralkessel

Tabelle B.3 — Beschreibung einer Heizungsanlage mit Sonnenkollektoren für die Trinkwarmwasserbereitung

System: Solarsystem für Trinkwarmwasser	Komponente	Investitions- kosten	Variable Kosten Instandhaltung (als Prozent der Investition)
Effizienz des Systems			EN 12975
Übergabe	Auslaufventil	X	
Verteilung	Trinkwarmwasserrohrnetz	X	
	Wärmeübertrager	X	
Speicherung	Trinkwasserspeicher	X	
	Thermische Füllstandregelung	✗	
Solare Erzeugung	Solkollektor	X	Reinigung
	Rohrleitungen und Isolierung	X	
	Solarpumpe und Regel- und Steuerung	X	
	Frostschutz	X	Überprüfung der Flüssigkeitszusammensetzung
	Energiebedarf für Solarpumpe und Regelung	X	
Sekundärerzeugung	Wärmeerzeuger oder elektrischer Heizstab	X	

Tabelle B.4 — Beschreibung einer direkten elektrischen Heizungsanlage

Heizungsanlage: Direkte elektrische Heizungsanlagen	Komponente	Investitions- kosten	Variable Kosten Instandhaltung (als Prozent der Investition)
Entwurf des Systems			EN 14437
Übergabe	elektrische Direktheizung einschließlich Temperaturregelung	X	
Verteilung			
Speicherung			
Erzeugung			
Energieversorgung	Elektrische Baugruppe	X	

Tabelle B.5 — Beschreibung von Trinkwarmwassersystemen mit elektrischem Speicher

System: Elektrische Wasser- speicherheizung für Trinkwarmwasser	Komponente	Investitionskosten	Variable Kosten Instandhaltung (als Prozent der Investition)
Entwurf des Systems			
Übergabe	Auslaufventil	X	
	Auslaufventil thermostatgesteuert	Optional	
	Auslaufventil für niedrigen Volumenstrom	Optional	
Verteilung	Trinkwarmwasserrohrnetz	X	
Speicherung			
Erzeugung	Warmwasserspeicher ein- schließlich Temperaturregelung	X	
Energieversorgung	Elektrische Baugruppe	X	

Tabelle B.6 — Beschreibung einer elektrischen Wärmepumpe für Raumheizung und Trinkwarmwasser

Heizungsanlage: Elektrische Wärmepumpe für Heizung und Trinkwarmwasser	Komponente	Anfängliche Kosten	Variable Kosten Instandhaltung (als Prozentsatz der Investition)
Entwurf des Systems			prEN 15450
Übergabe	Freie Heizflächen z. B. Heizkörper	X	
	Integrierte Heizflächen z. B. Fußbodenheizung	X	
	Variable Volumen (VAV)-Systeme	X	
	Luftauslass (Ventile/Gitter)	Optional	
Verteilung	Heiz- und Warmwasserverteilnetz	X	
	Luftleitungen/-kanäle	X	
	Heizungs-/Lade- und Zirkulationspumpe	X	
	Wärmeübertrager	X	
Speicherung	Entkoppelungs/ Pufferspeicher und/oder Trinkwarmwasserspeicher	X	
Erzeugung	Wärmepumpe	X	
Energieversorgung	Elektrische Baugruppe	X	

Tabelle B.7 — Beschreibung eines maschinellen Lüftungssystems ohne Wärmerückgewinnung

Lüftungssystem: Maschinell	Komponente	Investitions- kosten	Variable Kosten Instandhaltung
Entwurf des Systems			
Übergabe	Lufteinlässe (Ventile/Gitter)	X	Wasseraufbereitung gegen Korrosion und Ablagerungen
Verteilung	Luftleitung/ - kanäle	X	
Speicherung			
Erzeugung	Ventilator/en	X	
Anschluss an Energiequelle	Elektrische Baugruppe	X	

Tabelle B.8 — Beschreibung eines Lüftungssystems mit Wärmerückgewinnungseinheit(en)

Lüftungssystem: Maschinell, mit Wärme- rückgewinnungseinheiten	Komponente	Investitions- kosten	Besondere variable Kosten Instandhaltung
Entwurf des Systems			
Übergabe	Lüftungsgitter	X	Wasseraufbereitung gegen Korrosion und Ablagerungen
Verteilung	Luftleitung/ -kanäle	X	
Speicherung			
Erzeugung	Wärme- rückgewinnungseinhei- t mit Ventilator/en	X	
Anschluss an Energiequelle	Elektrische Baugruppe	X	

Tabelle B.9 — Beschreibung eines Lüftungssystems mit freier Lüftung

Lüftungssystem: Freie Lüftung	Komponente	Investitions- kosten	Besondere variable Kosten Instandhaltung
Entwurf des Systems			
Übergabe	Luftleinlässe (Gitter/Ventile)	X	
Verteilung	Schacht	X	
Speicherung			
Erzeugung	Statische Abzüge auf dem Dach	X	
Anschluss an Energiequelle			

Tabelle B.10 — Beschreibung eines Lüftungssystems mit Feuchte-Regelung

Lüftungssystem: Maschinell, mit Feuchte-Regelung	Komponente	Investitions- kosten	Besondere variable Kosten Instandhaltung
Entwurf des Systems			
Übergabe	Lufteinlässe (Gitter/Ventile)	X	
Verteilung	Luftleitung/ -kanäle	X	Reinigung
Speicherung			
Erzeugung	Ventilator und Wärmetauscher oder Abluft (statisch oder dynamisch)	X	Filterwechsel /-reinigung
Anschluss an Energiequelle	Elektrische Baugruppe	X	

Tabelle B.11 — Beschreibung eines Gebäudehüllensystems



















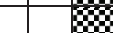









System: Gebäudekonstruktion	Komponente	Investitions- kosten	Variable Kosten Instandhaltung (als Prozentsatz der Investition)
Wand	Aufbau	X	
	Außenschicht	X	
	Innendämmung/Außen- dämmung	X	
	Innenschicht (Abschluss) ...	X	
Fassade – Verglasung	Türen	X	
	Fenster	X	
	Sonnenschutz	Optional	
Dach	Aufbau	X	
	Eindeckung	X	
	Isolierung	X	
	Abschluss	X	
Fußboden	Aufbau	X	
	Isolierung	X	
Wärmebrücken	Industrieprodukt	Optional	
	Kundenbezogene Umsetzung	Optional	
Kesselanpassung	Kamin	Optional	In Abhängigkeit von der Kesselleistung
	Raum	Optional	
	Abluftsysteme	Optional	
Weitere Eigenschaften	Technikräume	Optional	
	Zugang	Optional	
	Gebäudeanpassung für die Brennstofflagerung	Optional	
	Gebäudeanpassung für Stromumwandlung, Gas- ventile, Zählerinrichtungen	Optional	

Anhang C (informativ) Berechnungsblatt für die Gesamtkostenberechnung

Berechnungszeitraum (τ)		Jahre	Entwicklungsrate für Betriebskosten	%		
Inflationsrate		%	Kostenentwicklungsrate für Energieart 1	%		
Marktzinssatz		%	Kostenentwicklungsrate für Energieart 2	%		
Kostenentwicklungsrate für Produkte		%	Kostenentwicklungsrate für Elektrizität	%	(für Hilfskomponenten)	
		Summe, einschließlich MwSt. Jahr 0	Inflationsrate	Barwertfaktor	Eigentümerbedingte Kosten	Nutzungsbedingte Kosten
1 – ANFANGSKOSTEN						
Investitionskosten für HLK- und Trinkwarmwassersysteme				1,000 0		↓
Investitionskosten für Teile der Gebäudekonstruktion, die mit Energieeinsparungen und -verlusten zu tun haben				1,000 0		
2 – PERIODISCHE KOSTEN						
Kosten für das Jahr 2				Berechnet für jedes Jahr		↓
Kosten für das Jahr i						
Abzug des Restwertes				-		
3 – VARIABLE KOSTEN (außer Energie)						
Jährliche Kosten (für Betrieb, Versicherung usw.)				Betrachtung τ Jahre		↓
4 – JÄHRLICHE KOSTEN FÜR ENERGIE						
Jährliche Kosten Energie 1	(mit τ zu multiplizieren)				↓	↓
Jährliche Kosten Energie 2	(mit τ zu multiplizieren)					
Jährliche Hilfsenergiekosten (Elektrizität)	(mit τ zu multiplizieren)					
		GESAMTKOSTEN				
		SUMME GESAMTKOSTEN			↓	←

Anhang D
(informativ)

Annuitätsberechnung, Aufbereitung der Daten und Ergebnisse

Systeme		Annuitätskosten	Anfangsinvestition	Jahr 1			Jahr i			Jahr k			Jahr τ $\tau = \tau_{\text{Gebäude}}$								
				Jeglicher zu berücksichtigende Punkt	Betrieb	Instandhaltung	Reparatur	Betrieb	Instandhaltung	Reparatur	Betrieb	Instandhaltung	Reparatur	Betrieb	Instandhaltung	Reparatur	Restwert				
System	Komp. 1			X	X			X	X			X	X	X			X	X		$V_{f,\tau}(1)$	
HLK				X	X			X	X	X		X	X				X	X			
Trinkwarmwasser				X	X			X	X			X	X				X	X			
Gebäude	Komp. 1		$V_0(1)$	X	X			X	X			X	X				X	X		$V_{f,\tau}(1)$	
	Komp. 2		$V_0(2)$	X	X			X	X			X	X				X	X		$V_{f,\tau}(2)$	
	usw.		$V_0(j)$	X	X			X	X			X	X				X	X		$V_{f,\tau}(j)$	
Betriebskosten				Σ				Σ				Σ					Σ				
Instandhaltungskosten					Σ				Σ				Σ					Σ			
Reparaturkosten						Σ			Σ				Σ					Σ			
Energie	Energie 1																				
	Energie 2																				
	usw.																				
Steuern, Versicherung																					
Annuitätsfaktor																					
		ERGEBNIS	V_0	$AC(1)$					$AC(i)$					$AC(k)$					$AC(\tau)$		

Anhang E (informativ)

Beispiel 1 — Wohnung mit 100 m² Fläche und Gasheizungsanlagen

E.1 SCHRITT 1 — Finanzielle Daten

geplante Amortisationszeit für Gebäude: 50 Jahre

Dauer für die Berechnung: 30 Jahre

Inflationsrate: 2 %

Marktzinssatz: 4,5 %

Kostenentwicklungsrate für Betriebspersonal: 2 %

Entwicklungsrate von Energiepreisen: 2 % (Gas und Elektrizität)

E.2 SCHRITT 2 — Allgemeine Informationen zum Projekt

E.2.1 Identifikation von Systemen

Gebäudekonstruktion: Wände, Verglasungen und Türen, Abdeckung und Fußboden

Energiesysteme: Heizungsanlage, Trinkwarmwassersystem und Lüftungssystem

Das Projekt wird vom Eigentümer betrieben

E.2.2 Projektumfeld

Niedriges Gebäude (Erdgeschoss)

Fläche: 100 m², in einer Wohngegend gelegen

Beheiztes Volumen: 250 m³

3 Räume – 1 Bad

Auslegungs-Raumtemperatur: 18 °C

E.2.3 Meteorologische Daten und Umgebungsdaten (zur Information)

Heizbedarf: 2 583 Gradtage

Sommerliche Jahreszeit E3 (französische Bewertung)

Lärmbereich: BR3 (französische Bewertung)

Heizperiode: vom 1. Oktober bis zum 20. Mai (232 Tage)

Die für Raumheizung und Trinkwarmwasser gewählte Energie: Erdgas (Kanalnetz in der Nähe vorhanden)

E.3 SCHRITT 3 – Systemeigenschaften

E.3.1 SCHRITT 3.1 – Investitionskosten für die Gebäudekonstruktion und energiebezogene Systeme

Tabelle E.1 — Beschreibung der die Energiesysteme definierenden Komponenten

Gebäudekonstruktion	Beschreibung	Anzahl der Einheiten	Gesamtkosten inkl. MwSt.	Lebensdauer
Wände	Betonsteine	89	3 083	Gebäude
	Außenschicht	89	1 558	Gebäude
	Isolierung TH 38 8+1	89	1 720	Gebäude
Verglasung und Türen	Isolierte Fenster, 4/12/4	8	2 451	30
	Außentür	1	229	25
	Garagentür	1	152	25
	Rollladen	8	2 100	25
Eindeckung	Dacheindeckung (Holzstruktur und Terrakottaschicht)	140	8 278	30
	Steinwolle, Dicke: 200 mm	100	1 021	40
	Mörtelschicht	100	1 860	Gebäude
Fußboden	Fußbodenstruktur: Beton; Dicke: 18 cm	100	6 564	Gebäude
	Fußbodenisolierung	100	820	Gebäude
SUMME GEBÄUDEKONSTRUKTION			29 836	
Heizungsanlage				
Übergabe	Stahlheizkörper einschließlich Hydraulikventilregelung, Thermostatventil und Raumregelungssystem	8	3 792	20
Verteilung	Stahlrohrleitung		474	30
Erzeugung	Kombinierter Gaskessel mit Schornstein Leistung: 23 kW		1 494	15
Energieanschluss	Gas Elektrizität		457 762	25
Trinkwarmwasser				
Übergabe	Thermostatventil (Küche und Bad)	3	153	20
Verteilung	Kupferrohrleitungen	20 m	237	30
Erzeugung	Siehe Heizungsanlagen			
Lüftung				
Übergabe	Lufteinlass Maschinelle Lüftung in Küche und Bad	48 255	303	25
Erzeugung	Ventilator und flexible Kanäle	273	273	25
Verbindung zur elektrischen Baugruppe		69	69	25
SUMME ENERGIESYSTEME			8 014	

E.3.2 SCHRITT 3.2 – Periodische Kosten für die Wiederbeschaffung

Tabelle E.2 — Kosten für Gebäudebestandteile

Gebäude	Bestandteile	Investitionskosten	Lebens-	Lebens-	Lebens-	Lebens-	Lebens-	Lebens-
			dauer	dauer	dauer	dauer	dauer	dauer
			20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre	40 Jahre	50 Jahre	Gebäude
Wände	Betonsteine	3 083						3 083
	Außenschicht	1 558						1 558
	Isolierung TH 38 8+1	1 720						1 720
Verglasung und Türen	Isolierte Fenster, 4/12/4	2 451			2 451			
	Außentür	229		229				
	Garagentür	152		152				
	Rollladen	2 100		2 100				
Eindeckung	Dacheindeckung (Holzstruktur und Terrakottaschicht)	8 278			8 278			
	Steinwolle, Dicke: 200 mm	1 021				1 021		
	Mörtelschicht	1 860						1 860
Fußboden	Fußbodenstruktur: Beton; Dicke: 18 cm	6 564						6 564
	Fußbodenisolierung	820						820
SUMME		29 836	0	2 481	10 729	1 021	0	15 605

Tabelle E.3 — Kosten für Komponenten der Energiesysteme

1 – Heizung			Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer
	Bestandteile	Investitions- kosten	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre
Übergabe	8 Stahlheizkörper (inkl. Montage und Anschluss)	3 792						
	Thermostatventil					3 792		
	+ Differenzdruckregler + Raumthermostat							
Verteilung	Stahlrohrleitungen	474						474
Erzeugung	Kombinierter Gas- kessel mit Schornstein	1 494						
	23 kW				1 494			
Anschluss an Energiequellen	Gasanschluss	457					457	
	Stromanschluss	762					762	
2 – Trinkwarmwasser			Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer
	Bestandteile	Investitions- kosten	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre
Übergabe	Mischventile: 3	153						
	42,68 Euro HT/Einheit					153		
	2 im Bad – 1 in der Küche							
Verteilung	Kupferrohrleitungen	237						
	9,91 Euro HT/m							237
3 – Lüftung			Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer	Lebens- dauer
	Bestandteile	Investitions- kosten	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre
Übergabe	Lufteinlass	48					48	
	Mechanischer Abzug (zwei Räume)	255					255	
	Ventilatoreinheit + Gewinne	273				273		
Anschluss an Energie- versorgung/-netz	siehe Heizung	69					69	
SUMME		8 014	0	0	1 494	4 218	1 591	711

ANMERKUNG 1 Die in Tabelle E.2 für unterschiedliche Zeitpunkte angegebenen Kosten werden nicht mit dem Realzinssatz aktualisiert oder berechnet. Da die Kostenentwicklungsrates für Ausrüstung, Betriebspersonal und Reparaturen gleich ist, sind die Kosten nicht in den unterschiedlichen Kategorien angezeigt.

ANMERKUNG 2 Wiederbeschaffungen sind zukünftige Bestellungen. Es wird eine bessere Qualität der wiederbeschafften Komponenten erwartet; daher kann nach dieser ersten Lebensdauer von einem geringeren Energieverbrauch ausgegangen werden. Zumindest darf der Energieverbrauch nicht höher sein als ursprünglich.

E.3.3 STUFE 3.3 – Variable Kosten außer Energiekosten

Instandhaltungskosten: 2,75 % der Investitionskosten hinsichtlich Übergabe und Erzeugung für Heizung und Verteilung: 150 €.

E.4 SCHRITT 4 – Energiekosten

E.4.1 SCHRITT 4.1 – Energieverbrauch

Tabelle E.4 — Energieverbrauch

1 – Heizung									
Genutzte Software-Methode	Hauptsächliche Annahmen	Gradtag	2 583	Dj 18 °C	Bewertung auf Basis von normalen Anforderungen bzw. Vorschriften		5	%	
Methode AC V6 (französisch)		Heizperiode	232	Tage	Von		bis		
		Raumtemperatur	18	°C	Nachttemperatur		°C		
					Abluftwiedergewinnung (J/N)		N		
Vorrangig genutzte Energie	Typ	Einheit der Energie	Leistung	Einheit	Speicherung	Einheit			
	Gas	9 446 kWh		kW					
2 – Brauchwarmwasser									
	Hauptsächliche Annahmen	Mittlerer Tagesverbrauch		m ³ /j					
		Wassereintrittstemperatur		°C					
Vorrangig genutzte Energie	Typ	Einheit der Energie	Leistung	Einheit	Speicherung	Einheit			
	Gas	2 787 kWh							
3 – Lüftung									
		Mindestvolumenstrom		m ³ /h	Höchstvolumenstrom		m ³ /h		
Elektrizität			Leistung	Einheit					
			680	kWh					

E.4.2 SCHRITT 4.2 – Energiekosten

Tabelle E.5 — Energiekosten für die verschiedenen Systeme

1 – Heizung

				Preis je		Verbrauch	Summe	MwSt. und	Summe
				Bezug	Einheit	%	HT	weitere	TTC
								Steuern	
Vorrangige Energie	Energie	Gas	Jährlicher Zugang		98			5,5	103
	Jährlicher Verbrauch	9 446	Verbrauch		0,023	100	9 446	19,6	260
	Leistung		Zeitraum 2						
	Tarif	B1	Zeitraum 3						
SUMME HEIZUNG							364		420
Hilfsenergie	Energie	Elektrizität	Jährlicher Zugang		49			16,98	57
	Jährlicher Verbrauch		Verbrauch						
	Leistung		Zeitraum 2						
	Tarif (Versorger- angaben)	6 kVA HP	Zeitraum 3						

2 – Trinkwarmwasser

				Preis pro		Verbrauch	Summe	MwSt. und	Summe
				Bezug	Einheit	%	HT	weitere	TTC
								Steuern	
Vorrangig genutzte Energie	Energie	Gas	Jährlicher Zugang						
	Jährlicher Verbrauch	2 787	Verbrauch		0,023	100	2 787	19,6	77
	Leistung oder Preis je Lieferung		Zeitraum 2						
	Tarif	mit Heizung	Zeitraum 3						
SUMME TRINKWARMWASSER							64		77

Tabelle E.5 (fortgesetzt)

3 – Lüftung

			Preis pro			Summe	Summe		
			Bezug	Einheit	%	Verbrauch	HT	MwSt.	TTC
Elektrizität	Energie	Elektrizität	Jährlicher Zugang						
	Jährlicher Verbrauch	680	Verbrauch	0,078	100	680	53	31,08	70
	Leistung		Zeitraum 2						
	Tarif (Versorgerangaben)	mit Heizung	Zeitraum 3						
SUMME LÜFTUNG							53		70
SUMME Energie 1			Gas				379		440
SUMME Elektrizität (Hilfsenergie)			Elektrizität				102		127
SUMME ENERGIEKOSTEN							481		567

E.5 SCHRITT 5 – Gesamtkosten

E.5.1 SCHRITT 5.1 und 5.2 – Berechnung der Wiederbeschaffungskosten und des Restwerts

Tabelle E.6 — Restwert der Komponenten

Berechnungszeitraum τ	30 Jahre											
	Amortisationszeit für Gebäude 50 Jahre											
	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer	Lebensdauer
	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	25 Jahre	30 Jahre	35 Jahre	40 Jahre	45 Jahre	50 Jahre	Gebäude	
Wiederbeschaffungskosten (Gebäudeteil)					2 481	10 729		1 021				15 605
Wiederbeschaffungskosten (Energiesysteme)			1 494	4 218	1 591	711						
SUMME (siehe ANMERKUNG 1)			1 494	4 218	4 072	11 440		1 021				15 605
Am Ende des Berechnungszeitraums τ	30 Jahre											
Restwert	100,00 %	100,00 %	100,00 %	50,00 %	80,00 %	100,00 %	14,29 %	25,00 %	33,33 %	40,00 %	40,00 %	
SUMME												
Restwert bei τ_n (siehe ANMERKUNG 2)	24 798	0	0	1 494	2 109	3 258	11 440	0	255	0	0	6 242

ANMERKUNG 1 Der Teil der Tabelle, der die Wiederbeschaffungskosten behandelt, gibt nur den Wert der ersten Wiederbeschaffung an. In Abhängigkeit von der Lebensdauer der Komponenten und dem gewählten Berechnungszeitraum können nachfolgende Wiederbeschaffungen anfallen, z. B. bei Komponenten mit einer Lebensdauer von 15 Jahren, siehe Tabelle E.7.

ANMERKUNG 2 Der in dieser Tabelle ermittelte Restwert ist der Wert am Ende des Berechnungszeitraums. Der auf das Ausgangsjahr bezogene Restwert wird in Tabelle E.7 durch Anwendung des entsprechenden Diskontsatz-Koeffizienten, der von Inflationsrate und Marktzinssatz abhängig ist, ermittelt.

E.6 SCHRITT 6 – Annuitätskostenberechnung

Tabelle E.8 — Datenblatt zur Annuitätsberechnung

Allgemeine Berechnungsdaten (aus SCHRITT 1)				
Geplante Amortisationszeit für Gebäude	50	Jahre	Betriebskosten, Entwicklungsrate	2 %
Inflationsrate	2	%		
Marktzinssatz	4,5	%		
Wert TTC Jahr 0	Inflationsrate	Annuitätsfaktor	Annualisierte Kosten für Eigentümer	Annualisierte Kosten für Bewohner
1 – Investition				
Während der geplanten Amortisationszeit nicht ausgetauschte Komponenten				
	15 605	2,0 %	0,034 9	545
2 – Wiederbeschaffungskosten				
			Für jeden Zeitraum	
Lebensdauer 5 Jahre		2,0 %		
Lebensdauer 10 Jahre		2,0 %		
Lebensdauer 15 Jahre	1 494	2,0 %	0,080 5	120
Lebensdauer 20 Jahre	4 218	2,0 %	0,063 9	269
Lebensdauer 25 Jahre	4 072	2,0 %	0,054 0	220
Lebensdauer 30 Jahre	11 440	2,0 %	0,047 5	543
Lebensdauer 35 Jahre		2,0 %		
Lebensdauer 40 Jahre	1 021	2,0 %	0,039 5	40
Lebensdauer 45 Jahre		2,0 %		
Lebensdauer 50 Jahre		2,0 %		
3 – Variable Kosten (außer Energiekosten (SCHRITT 3.3))				
Jährliche Kosten für Betrieb, Versicherung, Instandhaltung	150		1,000 0	150
4 – Energiekosten (SCHRITT 4.2)				
Jährliche Kosten für alle gelieferten Energien	567		1,000 0	567
Annualisierte Kosten, in Abhängigkeit von den beteiligten Seiten			1 737	717
Summe der annualisierten Kosten			2 454	

Literaturhinweise

- [1] VDI 2067 Blatt 1 (Deutschland), *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen — Grundlagen und Kostenberechnung*
- [2] M7140 (Österreich), *Betriebswirtschaftliche Vergleichsrechnung für Energiesysteme nach der erweiterten Annuitätenmethode — Wirtschaftlichkeitsvergleich — Begriffsbestimmungen, Rechenverfahren*
- [3] SIA 480 (Schweiz), *Wirtschaftlichkeitsberechnung für Investitionen im Hochbau*
- [4] EN 832:1998, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs — Wohngebäude*
- [5] EN 12098-1, *Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen für Heizungen — Teil 1: Witterungsgeführte Regeleinrichtungen für Warmwasserheizungen*
- [6] EN 12098-2, *Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen für Heizungen — Teil 2: Ein-/Aus-schalt-Optimierer für Warmwasserheizungen*
- [7] EN 12098-3, *Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen für Heizungen — Teil 3: Witterungsgeführte Regeleinrichtungen für Elektroheizungen*
- [8] EN 12098-4, *Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen für Heizungen — Teil 4: Ein-/Aus-schalt-Optimierer für Elektroheizungen*
- [9] EN 12098-5, *Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen für Heizungen — Teil 5: Schalteinrichtungen zur programmierten Ein- und Ausschaltung von Heizungsanlagen*
- [10] EN 12170, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Betriebs-, Wartungs- und Bedienungsanleitungen — Heizungsanlagen, die qualifiziertes Bedienungspersonal erfordern*
- [11] EN 12171, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Betriebs-, Wartungs- und Bedienungsanleitungen — Heizungsanlagen, die kein qualifiziertes Bedienungspersonal erfordern*
- [12] EN 12828, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen*
- [13] EN 12975, *Thermische Solaranlagen — Kollektoren*
- [14] EN 13465, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung von Luftvolumenströmen in Wohnungen*
- [15] EN 13779, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme*
- [16] EN ISO 13790:2004, *Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung des Heizenergiebedarfs (ISO 13790:2004)*
- [17] EN 14337, *Heizungssysteme in Gebäuden — Planung und Einbau von elektrischen Direkt-Raumheizungen*
- [18] EN 15316 (Reihe), *Heizungsanlagen in Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen*
- [19] EN 15450, *Heizungsanlagen in Gebäuden — Planung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen*
- [20] prEN 15500, *Regel- und Steuereinrichtungen für HVAC-Anwendungen — Elektronische Regel- und Steuereinrichtungen für einzelne Räume oder Zonen*
- [21] prEN 15603, *Energieeffizienz von Gebäuden — Gesamtenergieverbrauch und Festlegung von Energiekennzahlen*
- [22] prCEN/TR 15615, *Erläuterung der allgemeinen Beziehung zwischen verschiedenen CEN-Normen und der EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ (EPBD) („Übersichtsdokument“)*
- [23] ISO/DIS 15686-5.2, *Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 5: Life cycle costing*